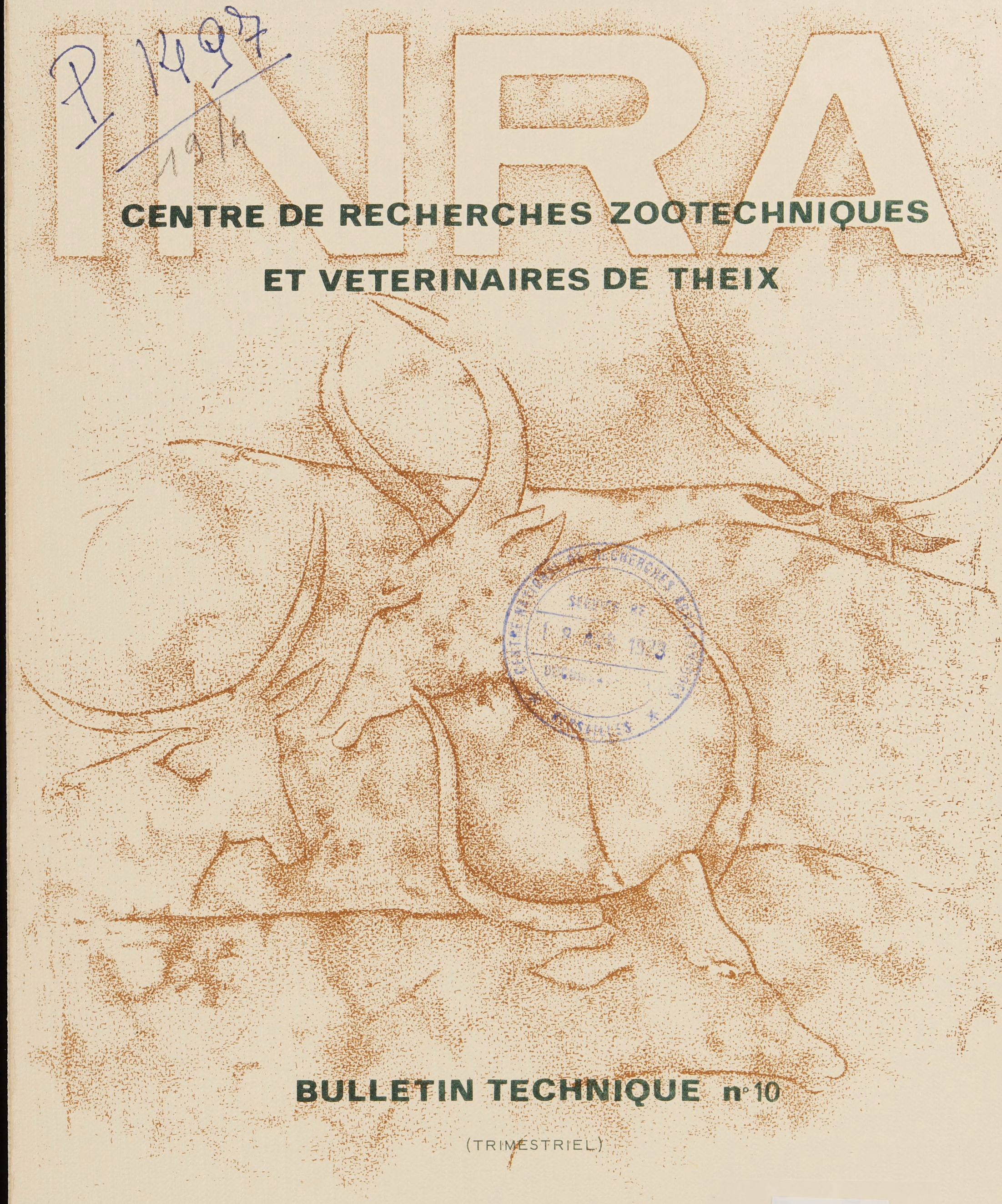
P 1497
19/4

INRA

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES ET VETERINAIRES DE THEIX



CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES ET VETERINAIRES
SERVICE DE
1 9 AVR 1973
DOCUMENTATION

BULLETIN TECHNIQUE n° 10

(TRIMESTRIEL)

DECEMBRE 1972

BTT-10

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE THEIX

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
SERVICE DE
1 8 AVR. 1973
DOCUMENTATION
VERSAILLES

BULLETIN TECHNIQUE n°10

C.R.Z.V.
63-SAINT GENÈS CHAMPANELLE-
Tél. (73) 92-24-53

Editions S.E.I.
C.N.R.A. - VERSAILLES

DECEMBRE 1972

SOMMAIRE

PAGE

UTILISATION DES ENSILAGES D'HERBE PAR DES GENISSES ET DES VACHES LAITIERES

J.P. DULPHY et C. DEMARQUILLY 5

INFLUENCE DES CONDITIONS DE TRANSPORT ET D'ABATTAGE SUR LA QUALITE DE LA VIANDE DE PORC

G. MONIN 17

REGULATION ENDOCRINIENNE DE LA CALCEMIE DES RUMINANTS ET HYPOCALCEMIE VITULAIRE DE LA VACHE LAITIERE

J.P. BARLET 27

ALIMENTATION DES VEAUX FEMELLES AVEC DE L'ENSILAGE DE MAIS DE LA NAISSANCE A 6 MOIS : INFLUENCE DU NIVEAU D'APPORT D'ALIMENT CONCENTRE APRES LE SEVRAGE

J.L. TROCCON et M. JOURNET 37

SYMPOSIUM VEAUX 43

UTILISATION DE L'AMINOACIDEMIE LIBRE COMME MESURE DE LA SATISFACTION DES BESOINS EN ACIDES AMINES DES CHEVRES LAITIERES - ETUDE DE QUELQUES FACTEURS (résumé de thèse)

C. CHAMPREDON 47

SOMMAIRE D'ARTICLES SCIENTIFIQUES DE CHERCHEURS DU CENTRE 49

ARTICLES TECHNIQUES DE CHERCHEURS DU CENTRE 57

UTILISATION DES ENSILAGES D'HERBE PAR DES GENISSES ET DES VACHES LAITIERES

J.P. DULPHY, C. DEMARQUILLY

Station de Recherches sur l'Elevage des Ruminants

Les études visant à développer l'utilisation maximale durant l'hiver d'ensilages d'herbe par un troupeau laitier ont été poursuivies à Orcival. Au cours d'un premier essai réalisé au cours de l'hiver 1969-1970 (cf. Bulletin Technique n° 4), nous avons montré qu'il était possible de supprimer totalement le foin de la ration des génisses et des vaches laitières recevant des ensilages corrects. Nous avons donc, durant les hivers 1970-71 et 1971-72, étudié les performances permises par des rations de base composées uniquement d'ensilage d'herbe, à la fois sur génisses pour la croissance et sur vaches laitières pour la production laitière. Avec les génisses nous avons étudié des ensilages récoltés avec différentes machines de récolte et avec les vaches des ensilages conservés de différentes façons (directement avec ou sans conservateur et après préfanage).

I - ETUDES SUR LES GENISSES

A) Hiver 1970-71 :

Nous avons voulu comparer les croissances hivernales réalisées par des génisses recevant une fléole ensilée au deuxième cycle (âge moyen : 80 jours) après avoir été récoltée avec une ensileuse soit à couteaux sur tambour (brins courts) soit à fléaux (brins longs).

Les deux ensilages réalisés ont été conservés en silos couloirs bétonnés avec addition de 1,5 l d'acide formique par tonne de fourrage frais ; dès la fin du remplissage de chaque silo les ensilages ont été couverts d'un film de plastique et chargés de ballots de paille.

Contrairement aux résultats obtenus dans 16 autres comparaisons de ces 2 types de machines de récolte réalisées cette même année en silos expérimentaux de 4 m^3, la qualité de conservation de l'ensilage haché finement n'a pas été supérieure à celle de l'ensilage à brins longs. Elle a même été plus mauvaise (pH et teneur en acide butyrique plus élevés) par suite d'une panne de l'ensileuse à tambour qui a retardé le remplissage du silo. La composition chimique des ensilages et leur valeur alimentaire mesurées sur des moutons maintenus en cage à métabolisme sont présentées dans le tableau 1.

Les ensilages ont été distribués à volonté aux génisses en stabulation libre avec 2 kg d'aliment concentré par animal et par jour et 50 g d'un mélange d'oligo-éléments. L'aliment concentré, qui était un mélange de céréales (orge, avoine, blé, maïs) et de tourteau (arachide et colza), contenait environ 170 g de matières azotées digestibles par kg.

Les animaux de race Frisonne et Montbéliarde, étaient âgés de 316 jours et pesaient 253 kg en moyenne au début de la période expérimentale (23 Novembre). Ils ont été répartis en 2 lots de 9 appariés en tenant compte de leur âge et de leur poids. Après l'appariement, les animaux ont été habitués à leur régime pendant une période préexpérimentale de 2 semaines. Au milieu de l'hiver (1er Février) les traitement ont été inversés : les animaux recevant l'ensilage à brins courts ont reçu celui à brins longs et vice versa (cf. schéma).

Les quantités de matière sèche ingérées ont été mesurées durant trois jours de chaque semaine pendant 17 semaines. Les animaux ont été pesés deux jours de suite au début, au milieu et à la fin de chaque période de contrôle.

Quantités ingérées (tableau II) :

Les quantités de matière sèche d'ensilage de fléole ingérées ont été significativement différentes selon la machine de récolte ($P < 0,05$). Cette différence a été très nette en première période (1,81 kg/100 kg P.V. pour la machine à couteaux, contre 1,52 pour la machine à fléaux), mais elle a été nulle après l'inversion (1,65 contre 1,69) vraisemblablement à cause de la dégradation progressive de l'ensilage à brins courts dont le pH était supérieur à 4,0.

Croissances :

Lorsque les animaux ont été adaptés à leur régime, les deux ensilages ont permis une croissance significative différente des animaux : 712 g/jour pour l'ensilage à brins courts contre 587 g/jour pour l'ensilage à brins longs. Cependant, compte tenu de l'inversion des traitements en milieu d'hiver, la croissance des deux lots a, bien sûr, été identique au cours des cinq mois de stabulation : cette croissance moyenne était de 570 g/jour. Elle a donc été plus faible que celles réalisées durant la période expérimentale par suite d'une croissance plus lente durant le premier mois après la rentrée à l'étable.

B) Hiver 1971-1972 :

Une seconde comparaison de deux machines a été effectuée entre une machine à couteaux sur tambour (brins courts) et une machine à couteaux sur plateau (brins moyens). Pour cela des repousses de prairie naturelle, de fléole et de trèfle (respectivement 58 %, 30 % et 12 % de la matière sèche totale) ont été ensilées avec ces deux machines du 6 au 15 septembre. Les fourrages ont d'abord été fauchés puis ramassés par pick up montés sur les ensileuses à cause de la présence de nombreuses taupinières. Malgré cela, beaucoup de terre a été introduite dans les ensilages qui ont reçu au cours de leur confection 3 litres d'acide formique par tonne de matière fraîche.

La qualité de conservation (analyses pour la prairie naturelle) a été moyenne pour l'ensilage à brins courts (présence d'acide butyrique) et mauvaise pour celui à brins moyens (beaucoup d'acide butyrique et d'ammoniac). Cela est peut-être dû un peu au hachage plus grossier quoique correct de cet ensilage (brins de 3,4 cm contre 1,4 cm pour le premier) mais doit résulter surtout de la présence de plus de terre dans cet ensilage (teneur en cendres de 22,7 % contre 14,9 % pour le premier).

Ces ensilages ont été distribués à volonté à 2 lots de 14 génisses en stabulation entravée. Chaque lot était en outre divisé en deux sous-lots recevant chacun une quantité différente d'aliment concentré : 1 à 1,5 kg (en moyenne 1,30) d'une part et 2 à 3 kg (2,60 en moyenne) d'autre part (cf. schéma). Une inversion des lots a été faite pour les deux types d'ensilage en milieu d'hiver (16 février).

Les animaux étaient âgés de 353 jours et pesaient 288 kg en moyenne au début de la période expérimentale (30 novembre).

Quantités ingérées :

Pendant les 19 semaines de contrôle les quantités de matière sèche ingérées ont été légèrement plus élevées pour l'ensilage à brins courts que pour l'ensilage à brins moyens (+6,3 %). D'autre part, l'apport de 1 kg de concentré supplémentaire a fait diminuer de 0,64 kg la quantité ingérée d'ensilage à brins moyens et de 0,67 kg celle d'ensilage à brins courts.

Croissances :

Les deux ensilages ont permis, au cours de la période expérimentale, une croissance assez peu différente des animaux : 639 g/jour pour l'ensilage à brins courts contre 589 g/jour pour l'ensilage à brins moyens, soit une différence de 50 g/jour. Les génisses qui ont reçu en moyenne 2,60 kg d'aliment concentré par jour ont eu une croissance de 683 g/jour contre 545 g/jour pour celles qui n'en ont reçu que 1,30 kg/jour, ce qui représente, pour obtenir 1 kg de poids vif en plus, la distribution supplémentaire de 9,15 kg d'aliment concentré.

La croissance des animaux des lots recevant les 2 ensilages différents a été identique au cours des 5 mois de stabulation, compte tenu de l'inversion en milieu d'hiver : 590 g/jour. Par contre, les animaux ayant reçu 1,30 kg de concentré ont eu une croissance de 510 g/jour pour 670 g/jour pour les autres. Nous constatons, comme dans l'essai précédent, que les croissances réalisées durant la totalité de la période de stabulation sont un peu plus faibles que celles enregistrées durant la période expérimentale par suite d'une croissance plus lente durant le premier mois après la rentrée à l'étable.

DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX : GENISSES

		période pré-expérimentale	1e période expérimentale	2e période expérimentale
Hiver 1970-71		10 - 24 Nov.	24 Nov. - 1er Fév.	1er Févr. - 10 Avr.
Lot I		ensilage brins courts	ensilage brins courts	ensilage brins longs
Lot II		ensilage brins longs	ensilage brins longs	ensilage brins courts
Hiver 1971-72		18 - 30 Nov.	30 Nov. - 16 Fév.	16 Fév. - 8 Avr.
Lot I	1,3 kg concentré	courts	courts	longs
	2,6 kg concentré	courts	courts	longs
Lot II	1,3 kg concentré	longs	longs	courts
	2,6 kg concentré	longs	longs	courts

TABLEAU I

COMPOSITION ET VALEUR ALIMENTAIRE DES
ENSILAGES ETUDIES SUR GENISSES

		Date de coupe	Composition des Ensilages							Valeur alimentaire mesurée sur moutons	
			% M.S.	Acide lactique % M.S.	Acide acétique % M.S.	Acide butyrique % M.S	$N.NH_3$ % N total	Matières azotées totales	pH	C.U.D. M.O.	Ingestibilité g/kg $P^{0,75}$
ESSAI 1	Ensilages à brins courts	9 - 15 septembre	27,4	3,25	0,79	1,39	9,26	13,5	4,4	60,6	48,9
	Ensilages à brins longs	15 - 21 septembre	23,0	4,46	1,82	0,80	8,64	14,2	4,0	64,9	37,4
ESSAI 2	Ensilages à brins courts	7 - 16 septembre	27,6	6,01	1,61	0,66	9,30	18,7	4,3	59,1	45,6
	Ensilages à brins moyens	6 - 15 septembre	25,5	1,46	1,96	3,87	16,8	17,7	5,0	51,9	35,3

TABLEAU II

CROISSANCES (g/jour) ET QUANTITES INGEREES
PAR LES GENISSES (kg de M.S. pour 100 kg P.V.)

		Ensilage ingéré (kg MS/ 100 kg PV)	Concentré ingéré (kg MS/ 100 kg PV)	Quantités ingérées totales de matière sèche (% P.V.)	Poids moyen des animaux (kg)	Croissance g/jour
ESSAI I 2 kg de concentré	Brins courts	1,73	0,58	2,31	296	712
	Brins longs	1,63	0,60	2,23	295	587
ESSAI II 1,3 kg de concentré	Brins courts	1,62	0,35	1,97	326	563
	Brins moyens	1,53	0,35	1,88	324	526
ESSAI II 2,6 kg de concentré	Brins courts	1,40	0,68	2,08	337	715
	Brins moyens	1,32	0,68	2,00	334	652

C) Discussion et conclusion

Il ressort de ces essais que les performances hivernales des génisses laitières ont été correctes (croissance de 500 à 700 g/jour) avec une ration à base d'ensilage d'herbe uniquement et de 1 à 2,5 kg d'aliment concentré, et cela malgré la digestibilité très moyenne des ensilages (repousses récoltées tardivement) et une qualité de conservation très moyenne voire mauvaise dans l'essai 2.

Une légère supériorité de la machine à coupe fine est apparue, d'autant plus nette (120 ou 50 g/jour) que la machine qui lui était comparée hachait en brins longs ou moyens. Cette supériorité est obtenue grâce à une consommation supérieure d'ensilage de 6 % environ, ce qui est bien moindre que ce qui a été enregistré sur les moutons recevant ces ensilages : quantités ingérées augmentées de 30 % par un hachage fin lors de la mise en silo. L'apport de concentré aux génisses qui a représenté suivant les lots et les périodes de 21,5 à 51,5 % de la matière sèche ingérée a vraisemblablement contribué à atténuer les différences observées sur moutons. Les génisses sont peut-être aussi moins sensibles à des différences de longueur de brins. Nous le vérifierons durant l'hiver 72-73.

Les ensilages que nous avons utilisés avaient une valeur énergétique faible (environ 0,6 U.F.) parce qu'il s'agissait de repousses âgées. Il sera maintenant intéressant d'étudier des ensilages plus énergétiques (0,70 à 0,80 U.F.) correspondant à des fourrages du premier cycle exploités à leur stade optimum (début épiaison). Il sera alors vraisemblablement possible d'obtenir des croissances plus élevées avec la même quantité d'aliment concentré ou des croissances aussi élevées avec moins d'aliment concentré. Il faut aussi noter qu'un apport plus faible de concentré peut être compensé parfois par une croissance plus rapide à l'herbe par rapport à celle des animaux ayant reçu beaucoup de concentré. C'est ainsi qu'au 10 juillet les génisses de l'essai 2 qui n'avaient reçu que 1,3 kg de concentré avaient récupéré 55 % de leur retard de croissance qui était de 21 kg le 12 avril à la mise à l'herbe. Toutefois, en début d'hiver, lorsque les animaux doivent s'adapter à leur nouveau régime et à leur nouveau mode de conduite on pourra maintenir un niveau un peu plus élevé d'aliment concentré si l'on veut éviter un ralentissement de la croissance.

II - ETUDES SUR LES VACHES LAITIERES

A) Hiver 1970-71 :

Après avoir montré (hiver 1969-70) qu'il était possible de supprimer le foin des rations hivernales à base d'ensilage, nous avons voulu étudier le niveau de production laitière obtenu avec des rations à base d'ensilage comme seul fourrage (ensilage direct sans ou avec addition d'acide formique, ensilage préfané) par comparaison avec celui obtenu avec une ration à base de foin seul.

Pour cela un fourrage de fléole a été récolté au premier cycle (22 au 26 juin, en moyenne 5,7 tonnes de matière sèche par hectare) une semaine avant le début de l'épiaison et conservé de quatre manières différentes : foin séché au sol par beau temps puis ventilé en grange, ensilage direct, ensilage direct avec de l'acide formique (1,5 l/tonne), ensilage préfané (24 heures environ). Les ensilages, effectués en silos couloirs, ont tous été récoltés avec une ensileuse hacheuse chargeuse à couteaux sur tambour réglée pour assurer une coupe très fine.

La qualité de conservation a été médiocre pour l'ensilage direct (beaucoup d'acide butyrique et d'ammoniac), bonne pour l'ensilage direct avec acide formique, moyenne pour l'ensilage préfané (présence d'acide butyrique) à cause d'un préfanage parfois un peu trop poussé (jusqu'à 60 % de M.S.) pour des silos non hermétiques. La composition chimique de ces ensilages et leur valeur alimentaire mesurée sur des moutons sont reportées au tableau III.

Les différents fourrages ont été distribués *ad libitum* à 4 lots de 8 vaches de race Frisonne ou Montbéliarde prises dans la phase décroissante de leur lactation et appariées en tenant compte de la production laitière, du numéro de lactation et du stade de lactation. Dès leur rentrée à l'étable et jusqu'à leur mise en lots (1 mois environ après le vêlage de la dernière vache retenue), les vaches ont reçu en stabulation libre une ration de base de 5 kg de foin et d'ensilage offert à volonté. Placées par cases de 8, elles ont alors été adaptées progressivement (14 jours) à leurs différents régimes puis, durant une période préexpérimentale de 14 jours, nous avons mesuré la quantité moyenne de matière sèche de fourrages (foin ou ensilages) ingérée par les vaches pour fixer la quantité d'aliment concentré à distribuer durant la période expérimentale. Compte tenu de la valeur énergétique moyenne des 4 fourrages utilisés estimée d'après leur valeur lors de la récolte et de la quantité ingérée par les vaches, la ration de base couvrait en plus des besoins énergétiques d'entretien, ceux de production de 7 kg de lait. La quantité de concentré à distribuer chaque semaine à chaque vache a été calculée en début d'expérience en considérant que la décroissance théorique de la production laitière devait être de 2 % par semaine pour les vaches adultes et de 1,5 % pour les vaches en première lactation. La période expérimentale a alors duré 49 jours, soit en moyenne du 90ème au 139ème jour de lactation.

Les quantités ingérées ont été mesurées par lot quatre jours par semaine et les productions laitières individuelles l'ont été chaque jour. Les animaux ont été pesés à la fin de la période préexpérimentale, au cours et à la fin de la période expérimentale.

Quantités ingérées (tableau IV) :

Les quantités de matière sèche d'ensilage ingérées sont équivalentes pour les trois ensilages ; elles sont relativement élevées (1,72 à 1,80 kg pour 100 kg de poids vif suivant les ensilages) mais significativement inférieures à celles ingérées sous forme de foin (2,07 kg). Les diminutions d'apport d'aliment concentré au cours de la période expérimentale ne semblent pas avoir modifié les quantités de fourrage ingérées. Cet apport d'aliment concentré a représenté pendant la période expérimentale 24 % de la ration totale exprimée en matière sèche.

Production laitière :

Compte tenu des légères différences entre les lots en période préexpérimentale, l'analyse des résultats montre que les quatre traitements ont eu un effet équivalent sur la production laitière brute. Il en est de même pour le lait rapporté à 4 % de matières grasses. La diminution moyenne de production enregistrée a été de 2,7 % par semaine pour le foin et de 1,9 %pour les trois ensilages (cf. Figure 1).

Composition du lait :

Le taux butyreux du lait a été supérieur pour les vaches ingérant le foin tandis qu'on ne note pas de différences significatives entre les trois ensilages.

Les teneurs en matières azotées du lait ont elles aussi été différentes suivant les traitements mais ces différences existaient déjà au moment de la mise en lots.

Variation de poids des animaux :

Les variations de poids durant la période expérimentale (-6 à + 10 kg suivant les traitements) ont été trop faibles pour être significatives.

B) Hiver 1971-72 :

Nous avons de nouveau comparé les réactions des vaches laitières à différents ensilages confectionnés à partir de la même plante sur pied et ce en distribuant des rations à base d'ensilage et d'aliment concentré durant le maximum de temps pendant l'hiver, en prenant toujours le foin comme élément de comparaison.

La même prairie de fléole que l'année précédente a été récoltée au premier cycle (1 au 7 juillet, en moyenne 6,4 tonnes de matière sèche par hectare) immédiatement après le début de l'épiaison et conservée selon quatre méthodes : ensilage direct sans et avec acide formique (3,8 litres par tonne), ensilage direct avec de la farine d'orge (20,6 % de la matière sèche totale du silo) et foin ventilé en grange. Les ensilages ont été récoltés avec une ensileuse à couteaux réglée pour assurer une coupe très fine. Le foin a été séché sur le champ puis ventilé ; une partie a été mouillée par la pluie mais l'action de cette pluie a été négligeable et nous avons retenu seulement une valeur moyenne entre le foin mouillé et celui qui ne l'a pas été. L'ensilage avec orge a eu une valeur énergétique relativement faible car il a été récolté le dernier sur une partie de la prairie qui était relativement plus avancée du point de vue stade de végétation.

La qualité de conservation a été bonne dans tous les cas (tableau III). Comme dans l'essai précédent 4 lots de 8 vaches ont été utilisés. Les animaux ont reçu comme seul fourrage de l'ensilage de prairie naturelle entre la rentrée à l'étable et le début de la distribution des ensilages et du foin de fléole. Quand la mise en régime a été terminée deux semaines en début d'expérience ont servi à ajuster l'apport d'aliment concentré. Les modalités de distribution des différents fourrages et de l'aliment concentré ont été les mêmes que dans l'expérience précédente, à ceci près que nous avons retranché de la quantité d'aliment concentré à distribuer aux vaches recevant l'ensilage conservé avec addition d'orge, la quantité théorique d'orge apportée par la ration d'ensilage. La période de contrôle proprement dite a duré 77 jours du 71 ème au 148ème jour de lactation. Les quantités ingérées ont été mesurées individuellement, les vaches ayant été placées en stabulation entravée au début de la période expérimentale.

Quantités ingérées :

Les quantités de matière sèche de foin ou d'ensilage ingérées ont été moins élevées que l'année précédente vraisemblablement à cause d'une valeur nutritive plus faible (stade de récolte plus tardif) et d'un apport de concentré plus important, celui-ci ayant représenté 31 à 40 % de la matière sèche totale de la ration suivant les lots. Les vaches ont consommé plus de foin que d'ensilage et plus d'ensilage avec acide que d'ensilage sans conservateur ou d'ensilage avec orge (quand on retranche la part représentée théoriquement par l'orge dans cet ensilage). Pour un fourrage donné, les quantités ingérées ont été assez peu variables d'une vache à l'autre, l'éventail de variation étant du même ordre de grandeur quel que soit le fourrage distribué : 1,37 à 1,72 % du poids vif pour l'ensilage direct sans conservateur, 1,46 à 1,89 pour l'ensilage à l'acide formique, 1,62 à 1,96 pour l'ensilage avec l'orge et de 1,72 à 2,07 pour le foin. En moyenne la ration de base a couvert les besoins énergétiques d'entretien et ceux d'environ 3,3 kg de lait pour l'ensilage direct, 4,7 pour l'ensilage avec acide, 5,7 pour l'ensilage avec orge et 4,2 pour le foin, soit beaucoup moins que l'année précédente.

Production laitière :

Les ensilages directs sans et avec acide formique ont permis une production laitière équivalente. L'ensilage avec de l'orge apparaît moins intéressant de même que le foin. En fait, cela est dû à une légère différence entre lots au départ de l'expérience et à une légère sous-alimentation pour l'ensilage avec orge lors de l'ajustement de l'aliment concentré. En effet, les décroissances hebdomadaires de production laitière sont équivalentes si l'on fait la comparaison à partir du début de la mise en régime :

2,17 % pour l'ensilage direct, 2,16 % pour l'ensilage avec acide, 2,12 % pour l'ensilage avec orge et 2,19 % pour le foin. On peut donc considérer que les animaux ont réagi de la même manière aux différents traitements (cf. figure 2), hormis pendant la phase d'ajustement de l'aliment concentré.

Composition du lait :

Il n'y a pas de différence entre traitements pour ce qui concerne le taux butyreux et la teneur en matières azotées. Notons simplement que le taux butyreux est faible en moyenne (33 ‰) peut-être à cause de la proportion relativement importante d'aliment concentré dans la ration.

Variation de poids des animaux :

Aucune variation significative de poids des animaux n'a été notée au cours de l'expérience.

TABLEAU III

COMPOSITION ET VALEUR ALIMENTAIRE DES ENSILAGES
ET FOIN ETUDIEES SUR VACHES LAITIERES

		Date de coupe	Composition des ensilages							Valeur alimentaire mesurée sur moutons		
			%MS	Acide lactique % MS	Acide acétique % MS	Acide butyrique % MS	N-NH3 % N total	Matières azotées totales	pH	CUDMO	Ingestibilité g/kgP 0,75	UF/kgMS
ESSAI 1	Ensilage direct	22-24 juin	19,9	2,25	3,51	2,51	19,8	14,0	4,82	71,8	47,6	0,76
	Ensilage direct + acide	24-25 juin	20,9	5,86	3,18	0,35	11,5	13,8	4,02	70,5	45,1	0,75
	Ensilage préfané	24-26 juin	39,5	1,63	0,72	0,97	11,2	16,0	4,89	67,7	48,5	0,69
	Foin	22-23 juin	85,3	-	-	-	-	12,8	-	66,0	52,6	0,66
ESSAI 2	Ensilage direct	2-3 juillet	24,9	6,78	2,54	0,22	9,4	11,9	3,80	66,1	44,9	0,67
	Ensilage direct + acide	1-2 juillet	21,8	3,32	2,54	0,51	9,0	11,0	3,93	65,5	43,4	0,66
	Ensilage direct + orge	6-7 juillet	24,9	4,97	2,54	0,26	9,8	12,3	3,91	61,7	45,4	0,58
	Foin	1-5 juillet	82,0	-	-	-	-	13,0	-	63,0	51,0	0,60

FIGURE I

PRODUCTION LAITIERE PAR LOT (Essai 1)

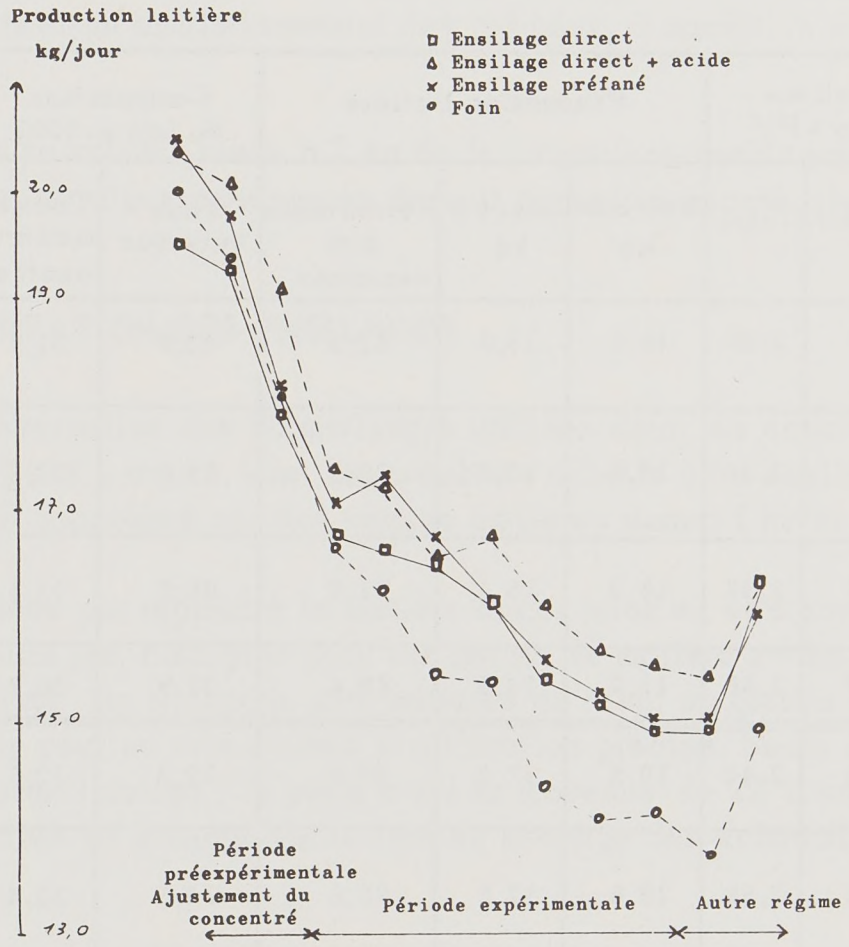


FIGURE II

PRODUCTION LAITIERE PAR LOT (Essai 2)

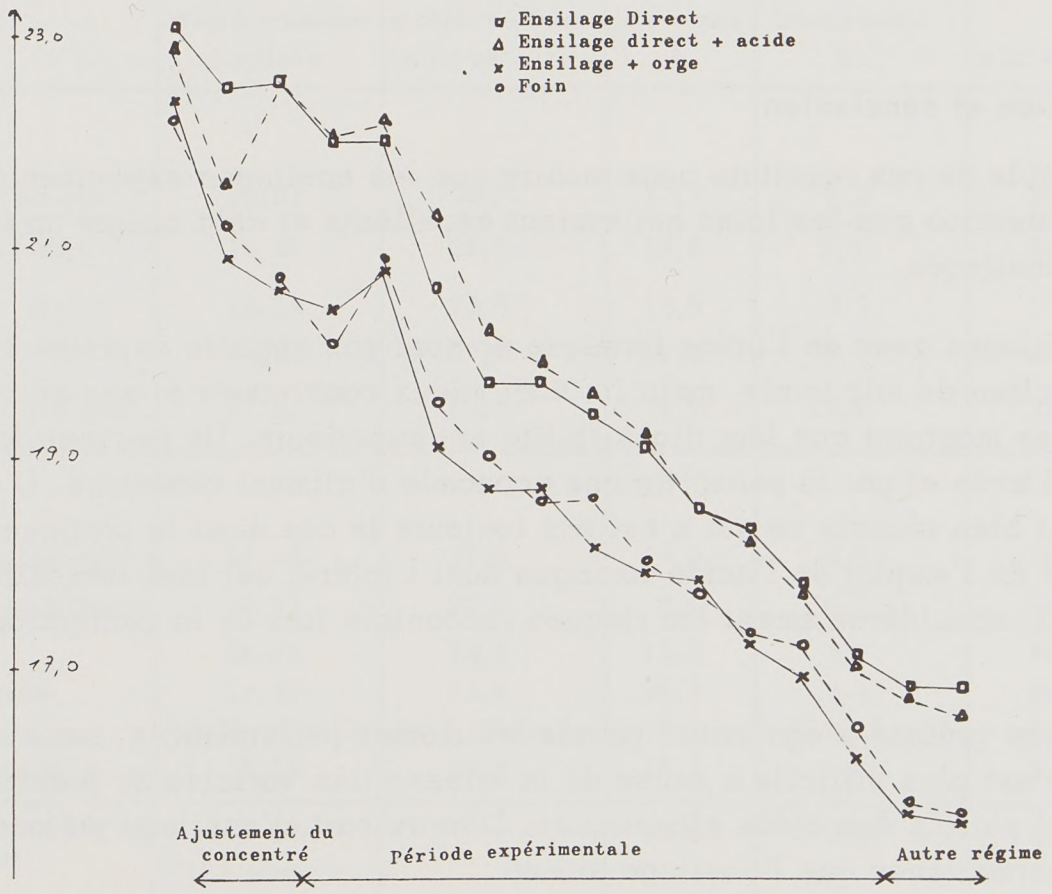


TABLEAU IV

QUANTITES INGEREES ET PRODUCTION DES VACHES LAITIERES

		Quantité de matière sèche ingérée kg % PV			Production laitière			Composition du lait p. 1000		Poids des Animaux (Variation: 1) en 2 mois) 2) en 3 mois)
		Fourrage	Concentr.	Total	Lait brut kg	Lait 4 % kg	Persistance par semaines	Taux butyreux	Taux en matières azotées	
ESSAI I	Ensilage direct	1,72	0,57	2,29	16,0	15,0	92,5	35,8	31,9	574 (- 6)
	Ensilage direct + acide	1,77	0,57	2,34	16,4	15,2	92,9	35,0	33,6	590 (- 1)
	Ensilage préfané	1,80	0,57	2,37	16,2	15,2	91,9	36,6	33,4	592 (+ 3)
	Foin	2,07	0,59	2,66	15,2	14,6	89,4	37,9	36,7	564 (+ 10)
ESSAI II	Ensilage direct	1,55	0,86	2,41	19,5	17,3	90,9	32,3	32,6	606 (+ 1)
	Enlilage direct + acide	1,74	0,82	2,56	19,6	17,6	90,6	33,3	32,4	611 (+ 10)
	Ensilage direct + orge	1,81	0,59	2,40	18,3	16,5	91,7	33,3	32,2	613 (+ 2)
	Foin	1,92	0,86	2,78	18,5	16,6	92,8	33,1	33,9	602 (+ 6)

C) Discussion et conclusion

L'ensemble de ces résultats nous montre que les ensilages expérimentés ont permis les mêmes niveaux de production que les foins qui étaient excellents et cela malgré un niveau d'ingestion plus faible avec les ensilages.

Les ensilages avec de l'acide formique ne sont pas apparus supérieurs à ceux sans acide du point de vue production de lait totale, mais ils sont mieux consommés et des essais faits dans des conditions plus strictes montrent que leur digestibilité est supérieure. Ils peuvent donc couvrir une production laitière plus élevée et par là permettre une économie d'aliment concentré. D'autre part, les ensilages directs étaient bien réussis ce qui n'est pas toujours le cas dans la pratique. Il nous faudra donc continuer l'étude de l'emploi de l'acide formique dont l'intérêt est bien démontré à l'étranger et qui, par ailleurs, réduit considérablement les risques rencontrés lors de la confection des ensilages directs.

L'ensilage préfané a également permis les mêmes performances, mais il faut noter que la maîtrise de sa qualité est plus difficile à cause de la vitesse très variable du préfanage et d'un tassement moins efficace et parfois des aléas climatiques. D'autre part, l'ensilage préfané nécessite des silos beaucoup plus hermétiques que l'ensilage direct.

L'ensilage conservé avec de l'orge a aussi permis des performances normales mais la quantité consommée de fourrage semble équivalente à celle de l'ensilage direct. Son intérêt est de limiter les pertes sous forme de jus.

Ces résultats montrent clairement qu'il est possible d'alimenter durant tout un hiver les vaches laitières uniquement avec une ration de base d'ensilage d'herbe sans risque d'entraîner une perte de production de lait et un amaigrissement des animaux, à condition évidemment de disposer de bons ensilages.

Nous avons pu couvrir jusqu'à 7 kg de lait avec nos ensilages de fléole. L'emploi de fourrages plus digestibles ou mieux consommés devrait permettre encore mieux.

III - BILANS DE CONSERVATION DES ENSILAGES

Les bilans de conservation des 10 ensilages utilisés dans les essais précédents ont été reportés dans le tableau suivant. Nous y avons joint les résultats relatifs à un ensilage de prairie naturelle récolté en 1971 et ayant été consommé par des vaches laitières durant l'hiver 1971-72.

Les pertes calculées par rapport à la matière sèche mise en silo sont des pertes apparentes, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas corrigées pour les pertes de matière sèche à l'étuve. Elles sont donc surestimées de 4 ou 5 points au minimum. Les mesures de bilan en grands silos sont trop imprécises pour que la valeur obtenue pour un silo ait une signification précise. Seule la valeur moyenne pour les 11 ensilages a quelque signification ; la perte a été en moyenne de 22 %, soit en réalité de 17 à 18 % si on tient compte des pertes de matière sèche lors du séchage des échantillons d'ensilage à l'étuve.

BILANS DE CONSERVATION

	Quantité de matière sèche récoltée	Teneur en matière sèche à la récolte	Pertes jus + gaz %	Pertes: Inconsom. %	Pertes totales en matière sèche	Teneur en matière sèche au désilage
1970-71						
2e cycle * Fléole : brins courts	15,21	33,7	17,7	8,2	25,9	27,7
2e cycle * Fléole : brins longs	16,40	26,0	19,8	7,0	26,8	23,1
1er cycle * Fléole : ensil. direct	13,56	22,5	13,9	3,3	17,2	20,3
1er cycle * Fléole : ensil. direct + acide	14,34	21,7	18,4	5,3	23,7	20,6
1er cycle * Fléole : ensil. préfané	17,53	42;9	18,9	12,9	31,8	39,7
1971-72						
* Prairie naturelle : brins courts	21,34	27,6	14,3	4,0	18,3	
brins longs	18,51	27,6	9,6	4,7	14,4	
* Fléole : Direct	16,97	24,9	15,5	3,8	19,3	23,8
Direct + acide	15,47	21,8	16,4	4,1	20,5	22,5
Direct + orge	15,79 + 3,65	24,9 (Four.)	18,9	4,1	23,0	27,3
* Silo de prairie naturelle 1er cy.	17,18	20,1	18,1	5,0	23,1	22,1
Moyenne des 11 silos	16,57 (62 tonnes M. fraîche)	-	16,50	5,67	22,18	-

INFLUENCE DES CONDITIONS DE TRANSPORT ET D'ABATTAGE SUR LA QUALITE DE LA VIANDE DE PORC

G. MONIN

Station de Recherches sur la Viande
Centre de Recherches Zootechniques et Vétérinaires
THEIX - 63110 - BEAUMONT

Les différents traitements subis par les animaux de boucherie entre le départ de la ferme et l'abattage (transport, stockage, abattage lui-même) sont susceptibles d'influencer certaines caractéristiques de qualité de la viande. En effet les modifications des réserves énergétiques et de la température musculaire consécutives à la fatigue et à l'excitation se répercutent sur le déroulement de la glycogénolyse *post mortem*, pouvant aboutir à des chutes de pH anormalement rapides, ou à des pH ultimes élevés dans la viande. Ces viandes anormales présentent, du point de vue de leur conservation et de leur utilisation ultérieure, divers défauts :

- Les viandes à pH élevés sont sensibles aux proliférations microbiennes. Dans les cas extrêmes leur couleur peut être franchement anormale, ce qui entraîne des problèmes de commercialisation surtout chez les bovins.

- Les viandes exsudatives, qui caractérisent essentiellement le porc, présentent une aptitude réduite à la transformation (saumurage difficile, pertes à la cuisson importantes du fait de leur mauvaise rétention d'eau, ce qui rend pratiquement indispensable l'emploi d'additifs tels que les polyphosphates).

Le transport entraine également des pertes de poids et parfois la mort d'animaux avant l'abattage. Les répercussions des traitements subis avant et pendant l'abattage (défauts de qualité de viande, pertes) sont importantes surtout chez le porc, aussi le plus grand nombre d'études réalisées sur ce problème l'a été dans les pays où la production porcine constitue une part importante du revenu agricole (Danemark, Pays Bas, Allemagne). De nombreuses contradictions, plus apparentes que réelles, subsistent entre les résultats rapportés par divers auteurs. Nous allons essayer d'analyser ces résultats en nous limitant à l'espèce porcine, où la «qualité de la viande » se mesure essentiellement en termes de pH, couleur et pouvoir de rétention de l'eau.

I - INFLUENCE DU TRANSPORT

Le transport est peut-être l'opération qui a donné lieu au plus grand nombre d'études. C'est cependant celle dont les conséquences sont le plus mal définies.

- **Sur la qualité de la viande**

CALLOW (1937 à 1939) remarqua, le premier, que le transport des porcs sur de longues distances avant l'abattage provoque une augmentation du pH ultime de la viande. Ce phénomène est une conséquence directe de la diminution du taux de glycogène musculaire due à la fatigue. GIBBONS et ROSE (1950) réalisent des observations analogues.

Des études plus récentes font apparaître la complexité des modifications apportées par le transport à la qualité de la viande de porc. A partir de mesures effectuées sur 5700 porcs transportés et abattus dans les conditions pratiques de la production danoise, BARTON (1971) conclut que :

- Un transport court suivi d'un bref repos avant l'abattage entraîne l'obtention d'une proportion importante de viandes exsudatives, surtout au niveau de la longe.

- Après un transport plus long, la qualité de la longe est améliorée, mais de nombreux jambons présentent un pH ultime anormalement élevé. Les résultats obtenus par SCHEPER (1971) (tableau 1) confirment ces observations.

La température ambiante au moment du transport joue un rôle particulièrement important. LUDVIGSEN (1954), BARTON (1971) au Danemark, LENDFERS (1969) aux Pays-Bas observent une proportion élevée de viandes exsudatives en été et en automne. Ces résultats sont confirmés par les travaux de SYBESMA et de HEER (1964) et BEUTLING (1970) qui montrent que l'élèvation de température avant l'abattage entraîne une dégradation de la qualité de la viande. SCHEPER (1971) rapporte des résultats contradictoires, en l'occurence une proportion plus élevée de viandes anormales (exsudatives ou au contraire à pH anormalement élevé) pendant l'hiver. (tableau 1).

TABLEAU I

INFLUENCE DE LA DISTANCE DE TRANSPORT ET DE LA SAISON D'ABATTAGE SUR LE POURCENTAGE DES VIANDES ANORMALES

	Nombre d'animaux	$pH_1 < 5,8$ (%)		$pH_{24} > 6,2$ (%)	
		Longe	Jambon	Longe	Jambon
Distance (km)					
5	47	14,9	0	12,8	14,9
20	72	15,2	0	4,0	16,0
50	100	13,0	13,0	11,7	26,4
120	104	26,7	2,7	21,3	60,0
300	147	0	0	40,1	61,2
500	79	36,8	25,3	5,1	5,9
Saison					
Janvier - Février	263	36,1	14,8	1,1	-
Mars - Avril	337	21,1	4,1	0,6	-
Mai - Juin	274	18,6	5,8	0,7	-
Juillet - Août	325	25,7	12,3	1,2	-
Sept - Octobre	331	30,9	11,2	1,8	-
Nov - Décembre	389	33,7	11,8	3,1	-

$pH_1 < 5,8$ viandes exsudatives (pH_1 = pH 45 minutes après la mort)

$pH_{24} > 6,2$ viandes à pH ultime supérieure à la normale (pH_{24} = pH 24 heures post mortem)

Nous avons réalisé une expérience dans le but de déterminer l'influence respective de la durée du transport et de la température environnante sur quelques caractéristiques de qualité de la viande. Le transport était remplacé par le maintien des animaux sur une plateforme oscillante durant 1 h 30 ou 6 h. Nous avons également fait varier la température environnante (20 ° ou 30 °). Les résultats (tableau 2) indiquent que, dans la race Large White, l'allongement du stress avant l'abattage n'a pas d'influence significative. Par contre l'élévation de température entraine une accélération de la chute du pH et une augmentation du pH ultime. Sur le plan de la qualité technologique de la viande, cette augmentation du pH se traduit par une nette amélioration du pouvoir de rétention d'eau et de la coloration.

Ces résultats illustrent d'ailleurs le danger de n'utiliser, pour l'appréciation de la qualité de la viande, qu'un nombre restreint de critères. En effet l'accélération de la chute du pH liée à l'élévation de température est un indice de détérioration de la qualité. Mais ce phénomène est largement compensé par l'élévation du pH ultime qui conduit à un meilleur pouvoir de rétention d'eau et permet d'obtenir un rendement technologique au cours de la cuisson du jambon, satisfaisant.

L'influence du mode de transport utilisé (train ou camion) ne semble pas avoir donné lieu à de nombreuses études. SCHEPER (1971) observe cependant que du point de vue de la qualité du jambon, un transport en camion de 120 km est équivalent à 300 km en train. L'usage de camions à double étage entraine une proportion plus importante de viandes anormales, probablement parce que les stress liés aux chargement et déchargement sont plus intenses (ELLIOT et PATTON, 1968).

- Sur les pertes de poids vif et d'animaux

L'allongement du temps de transport (ou du stress précédant l'abattage) entraine une augmentation des pertes de poids vif.

Nos résultats confirment sur ce point ceux de CUTHBERTSON et POTTEROY (1970). La température ambiante a également une influence très défavorable (tableau 2).

En ce qui concerne les pertes d'animaux, elles commencent à constituer dans certains pays un problème préoccupant. Selon LENDFERS (1969) on constate aux Pays-Bas un accroissement régulier de ces pertes qui sont passées de 1,5 ‰ en 1960 à 7 ‰ en 1969 (figure 1). En Belgique DEVLOO et al. rapportent le chiffre de 8 ‰ (statistique effectuée au niveau d'un abattoir sur 11 500 porcs). LENDFERS estime que ces pertes augmentent avec la durée du transport, la densité de chargement et surtout la température environnante.

II - INFLUENCE DES CONDITIONS DE STOCKAGE AVANT L'ABATTAGE

Les conditions de stockage des animaux, durant la période séparant le transport de l'abattage, sont plus facilement contrôlables que celles du transport lui-même. Là encore des études relativement nombreuses nous permettent de mieux connaître l'influence de ces conditions sur la qualité de la viande.

- Durée du repos entre le transport et l'abattage

L'intérêt de reposer les animaux entre le transport et l'abattage est sujet à controverses. Nous avons déterminé expérimentalement le délai de resynthèse du glycogène musculaire après une déplétion sévère provoquée artificiellement par une injection d'adrénaline (CHARPENTIER et MONIN, 1970) : ce délai est d'environ dix à quinze heures. Il semble donc qu'un repos équivalent soit nécessaire dans la mesure où l'on désire obtenir des viandes à pH ultime normal à l'issue d'un transport éprouvant. Toutefois, en pratique, les animaux d'origines diverses mélangés dans les parcs d'attente des abattoirs se battent fréquemment entre eux, ce qui en définitive a souvent des répercussions néfastes sur les propriétés *post mortem* du muscle.

TABLEAU II

INFLUENCE DE LA DUREE DU STRESS (**TRANSPORT SIMULE**)
DU REPOS ET DE LA TEMPERATURE ENVIRONNANTE SUR LA PERTE
DE POIDS VIF ET QUELQUES CARACTERISTIQUES DE QUALITE DE LA VIANDE

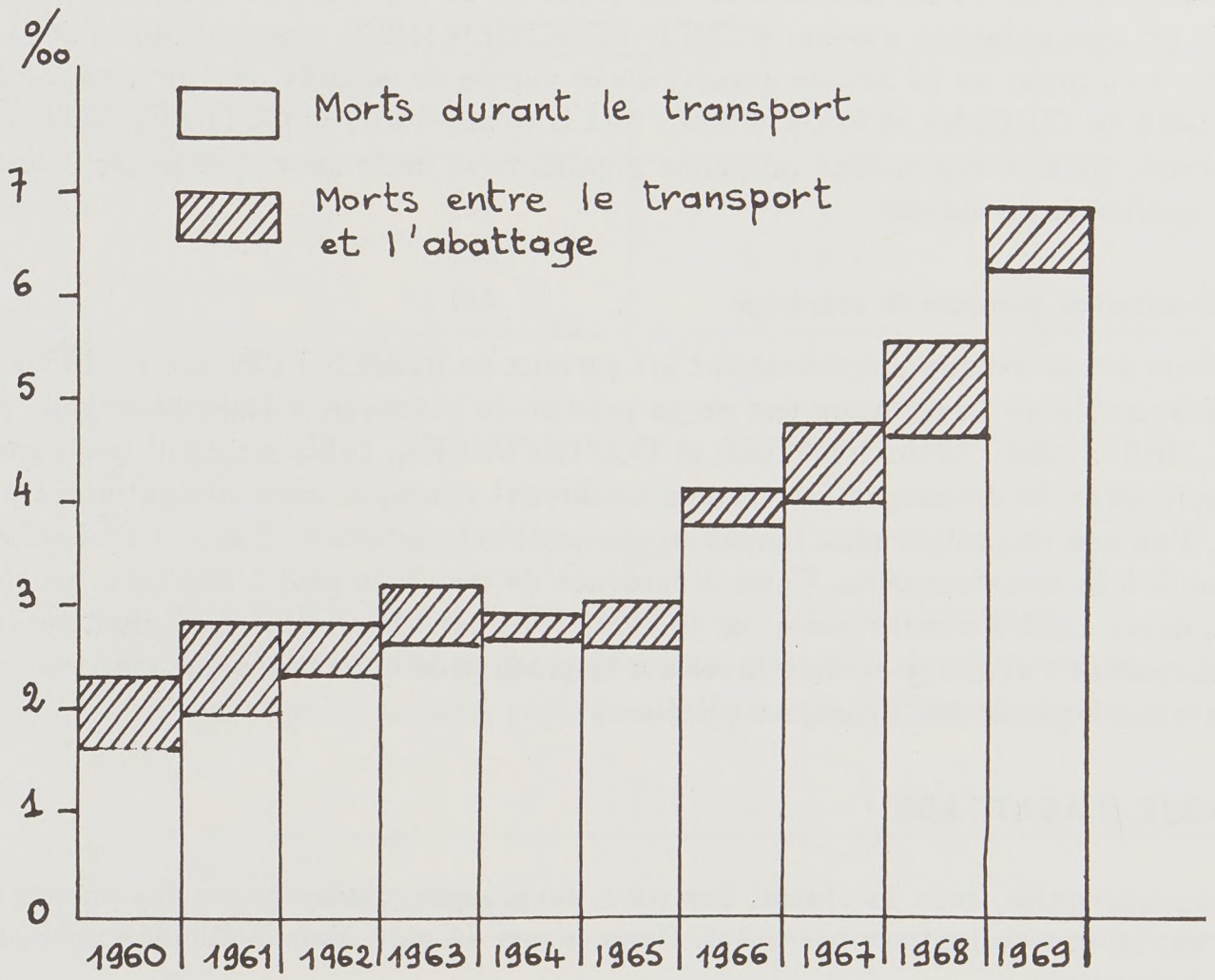
Durée du stress Température	6 h 20 ° C		Influence du traitement T	 R	 I	1 h 30 20 ° C		Influence du traitement Θ	 R	 I	1 h 30 30 ° C	
	Caractéristiques de qualité du **muscle Long dorsal** (longe)											
Durée du repos après le stress	0 h	8 h				0 h	8 h				0 h	8 h
pH 1 h. **post mortem** pH 24h. **post mortem** % H_2O exprimée	6,3 ± 0,4 5,5 ± 0,1 27,5 ± 3,9	6,1 ± 0,5 5,5 ± 0,1 28,6 ± 4,5				6,1 ± 0,4 5,4 ± 0,1 28,5 ± 3,5	6,3 ± 0,5 5,5 ± 0,1 27,9 ± 5,4	 ++ +++	+		5,9 ± 0,3 5,7 ± 0,3 21,7 ± 2,5	6,5 ± 0,3 5,6 ± 0,3 21,8 ± 3,1
	Caractéristiques de qualité du **muscle Long Vaste** (jambon)											
pH 24h **post mortem** % H_2O exprimée Rendement technologique du jambon	5,5 ± 0,2 26,6 ± 4,0 81,3 ± 2,8	5,5 ± 0,2 27,7 ± 3,6 79,0 ± 2,7				5,5 ± 0,1 28,6 ± 3,9 80,2 ± 5,7	5,5 ± 0,1 26,9 ± 4,4 82,1 ± 5,7	++ +++			5,7 ± 0,1 21,7 ± 2,4 83,4 ± 3,1	5,7 ± 0,3 21,8 ± 3,2 81,1 ± 4,9
	Pertes de poids vif (compte tenu de urines + fécès)											
Pertes de poids vif % (1)	6,4 ± 2,2		+			3,2 ± 1,2		+			5,4 ± 1,5	

+ P <0,05 ++ P <0,01 +++ P <0,001 T : Transport
R : Repos Θ : Température I : Intéraction entre les traitements

(1) l'influence du repos n'a pas été mesurée

FIGURE I

MORTALITE (‰) DES PORCS LIVRES POUR ABATTAGE
DURANT LA PERIODE 1960-1969 AUX PAYS BAS (LENDFERS, 1969)



Ainsi selon WISMER-PEDERSEN (1959) l'attente des porcs dans les parcs avant l'abattage entraine un nombre élevé de chutes de pH après la mort anormalement rapides, surtout si les animaux sont agités. En outre, en comptant les meurtrissures et égratignures sur les carcasses des animaux, il montrait que leur nombre était lié de façon très nette à une accélération de la chute de pH, donc à l'obtention de viandes exsudatives. Selon BARTON (1971) l'allongement du temps de stockage tend à améliorer la qualité de la longe, mais à diminuer celle du jambon. Par contre CUTHBERTSON et POMEROY (1970), DEVLOO et al. (1971) n'observent pas d'influence du délai séparant le transport de l'abattage. Les résultats que nous avons obtenus au cours de l'expérience précitée confirment ceux de ces auteurs: le repos avant l'abattage ralentit la chute du pH dans la longe uniquement lorsque les animaux sont soumis à une température élevée, mais même dans ce cas il n'a pas de conséquences sur la qualité ultime de la viande (tableau 2).

Il semble logique que l'allongement de la durée de stockage augmente les chances de pertes par mort des animaux avant l'abattage surtout lorsque ceux-ci ont été soumis à un transport éprouvant. Sur plus de 7 000 porcs observés dans un abattoir belge, DEVLOO et al. (1971) rapportent que 2 % environ ont du être abattus d'urgence à leur arrivée à l'abattoir.

- Nourriture des animaux pendant le stockage

Les porcs sont habituellement transportés et abattus après une période de jeûne. Cette

pratique réduirait les pertes au transport (LOHR, 1969) ; d'autre part il est dangereux d'abattre des animaux au cours de la digestion, car cela favorise l'infection de la carcasse par des germes du tube digestif, parfois extrêmement pathogènes (*clostridium botulinum*, responsable du botilisme, par exemple).

Des essais ont cependant été tentés d'administrer de la nourriture aux animaux au cours du stockage à l'abattoir, dans le but de restaurer les réserves en glycogène musculaire et d'éviter ainsi l'apparition de pH anormalement élevés. WISMER-PEDERSEN (1957) observait que l'administration de sucre combinée à un repos de 12 heures aboutit à une viande de moindre qualité technologique, confirmant les résultats de GIBBONS et ROSE (1950). HALL et al. (1961) et CUTHBERTSON et POMEROY (1970) n'observent quant à eux aucune influence significative de la nourriture pendant le repos à l'abattoir sur la qualité de la viande.

- Excitation pendant le stockage

Nous avons évoqué précédemment les travaux de WISMER-PEDERSEN (1950) montrant l'influence défavorable de l'excitation des porcs pendant le stockage. Plusieurs travaux plus récents (LEWIS et al. 1959 à 1962 ; CHARPENTIER et GOUTEFONGEA, 1966) montrent que l'excitation (réalisée par l'application de décharges électriques modérées) provoque généralement une élévation du pH de la viande, d'où une coloration plus foncée et une meilleure rétention d'eau et probablement une aptitude supérieure à la transformation. Cette divergence de résultats peut s'expliquer par les différences de conditions expérimentales mais aussi par le délai séparant l'excitation de l'abattage (un stress précédant immédiatement l'abattage semble favoriser la production de viandes exsudatives, alors qu'à long terme on obtient plutôt des viandes à pH élevé.)

III - TECHNIQUE D'ABATTAGE

A l'heure actuelle, dans la plupart des pays développés, l'anesthésie des animaux préalablement à la saignée est rendue obligatoire par la loi. Dans le cas du porc, deux méthodes sont utilisées dans les abattoirs industriels :

- Anesthésie électrique, par application d'un courant électrique sur les centres nerveux (70-90 V pendant 15 à 30 secondes, ou 200-300 V pendant quelques secondes seulement, en pratique une à deux). C'est la méthode de loin la plus courante en France.

- Anesthésie par inhalation d'un mélange air-dioxyde de carbone (62 à 70 % de CO_2).

Passant en revue les travaux de divers auteurs, Mc LOUGHLIN (1971) ne peut conclure à la supériorité de l'une ou l'autre technique. Ses propres résultats (tableau 3) ainsi que ceux de TADIC et CIRIC (1962) indiquent une supériorité de l'anesthésie gazeuse. BENDALL et al. (1965) trouvent le contraire. Selon VAN DER WAL (1971) citant des études néerlandaises, la meilleure méthode serait l'anesthésie électrique à haut voltage et de courte durée : elle réduirait la vitesse de chute du pH musculaire *post mortem*, ainsi que les hémorragies intra-musculaires (pétéchies) souvent constatées chez le porc. Selon cet auteur, son principal désavantage réside dans les convulsions de l'animal, qui rendent difficile la suspension sur la chaine d'abattage, et la saignée. Il semble possible de remédier à cet inconvénient en suspendant l'animal vivant et en l'égorgeant immédiatement après l'application du courant.

La durée d'application du courant dans ce type d'anesthésie pourrait influencer la vitesse de chute du pH dans le muscle après la mort, puisqu'elle détermine en partie la dose de stimulation exercée sur la musculature. En pratique, elle ne semble pas avoir de répercussions sur la qualité de la viande (MONIN, résultats non publiés - tableau 4).

TABLEAU III

INFLUENCE DE LA TECHNIQUE D'ABATTAGE SUR LA CHUTE DU pH DANS LE MUSCLE **LONG DORSAL** (d'après Mc LOUGHLIN 1971)

Technique	Nombre	pH_1 moyen	% de $pH_1 < 6,0$
Pas d'anesthésie	710	6,70 ± 0,26	3
CO_2	982	6,54 ± 0,31	6
Electronarcose	260	6,35 ± 0,38	22

pH_1 : pH mesuré 45 minutes **post mortem**

TABLEAU IV

INFLUENCE DE LA DUREE D'APPLICATION DU COURANT D'ELECTRONARCOSE SUR LE pH ET LE POUVOIR DE RETENTION D'EAU (% d'eau exprimée par pression selon la méthode de GOUTEFONGEA) DE LA VIANDE

Durée	Long dorsal		Long vaste	
(secondes)	pH_{24}	Rétention d'eau	pH_{24}	Rétention d'eau
1	5,6 ± 0,1	24,2 ± 2,3	5,7 ± 0,1	23,6 ± 2,0
2	5,6 ± 0,1	23,9 ± 1,4	5,8 ± 0,1	23,1 ± 2,3
3	5,7 ± 0,1	21,5 ± 1,7	5,7 ± 0,1	23,4 ± 1,7

CONCLUSION

Les nombreux travaux réalisés depuis une quinzaine d'années nous permettent de mieux connaître et comprendre les répercussions des conditions de pré-abattage sur la qualité de la viande de porc et sur les pertes occasionnées par la mort des animaux en cours de transport. Les contradictions subsistant entre les résultats de divers auteurs semblent dues essentiellement à deux causes :

- Les races utilisées sont très diverses et varient selon les pays où se sont déroulées les études. Or il est maintenant bien établi que ces races différentes réagissent de façon très variable à des stress prolongés comme le transport et le stockage avant l'abattage (voir LISTER, 1972).

- Souvent certains paramètres importants comme la température environnante sont mal définis ou ne sont pas pris en compte.

En définitive il semble qu'un stress bref, précédant de peu l'abattage, conduise à l'obtention de viande exsudatives, et un stress prolongé et épuisant à celle de viandes à pH élevé (viandes à coupe

sombre). Il faut néanmoins nuancer cette conclusion en fonction des conditions d'environnement et surtout de la race considérée, les races très «riches en viande» (Piétrain, Landrace) donnent surtout des viandes du premier type (jusqu'à 80 % pour le Piétrain selon les résultats britanniques).

Pour des raisons économiques évidentes, il est difficile d'améliorer les conditions de transport. Dans la mesure du possible, il est préférable de pratiquer celui-ci lorsque la température environnante est relativement basse, la nuit par exemple durant les mois les plus chauds. L'emploi de calmants se révèle très bénéfique, tant sur le plan des pertes par mort avant l'abattage que sur celui des qualités technologiques de la viande, surtout semble-t-il en réduisant les combats d'animaux d'origine différente (DEVLOO et al., 1971 - OLDIGS et UNSHELM 1971). Mais il se heurte à des considérations d'hygiène publique facilement compréhensibles. Leschercheurs hollandais ont proposé récemment une amélioration par l'utilisation de containers pour le transport des porcs, système inspiré des paniers dans lesquels les Orientaux emmenaient autrefois leurs animaux au marché : ces containers, de la surface approximative d'une plate forme de camion, sont divisés en compartiments pouvant contenir quelques bêtes. Le container est déposé sur l'exploitation, l'éleveur transfère ses animaux à l'intérieur loge par loge, sans mélanger des loges différentes. Quelques heures plus tard le container est chargé sur un camion et emmené à l'abattoir. Plusieurs containers peuvent d'ailleurs être superposés pour le transport. Ce système réduit le stress lors du chargement et du déchargement et supprime les combats (VAN PUTTEN, 1971).

Les méthodes d'abattage utilisées actuellement donnent satisfaction sur le plan économique (coûts de fonctionnement et de main d'œuvre). Il n'apparaît guère possible de les améliorer sans augmenter notablement le prix de l'abattage.

Permettre aux animaux de se reposer à l'issue du transport, au moins lorsque celui-ci a été éprouvant, semble avoir une influence favorable en assurant une plus grande homogénéité de la qualité de la viande à condition de réduire au maximum les excitations. Par contre la distribution de nourriture pendant le stockage ne présente guère d'intérêt.

Il faut cependant veiller à abreuver les porcs correctement pendant cette période afin de faciliter la régulation de leur température (par évaporation de l'eau au niveau des voies respiratoires et sudation), et de réduire ainsi les pertes par mort ou par apparition de viandes de qualité anormale.

En définitive, la voie la plus prometteuse pour une réduction effective des pertes au transport et des anomalies de qualité de la viande liées aux traitements *ante mortem* réside certainement dans une amélioration de la capacité de résistance des animaux. Ceci semble possible par sélection puisque de nombreux arguments étayent l'hypothèse du déterminisme génétique de la sensibilité au stress (SCHEPER, 1970). Actuellement, la somme considérable de connaissances accumulées depuis quelques années (voir CHARPENTIER et GOUTEFONGEA, 1971) nous permet de penser que dans un avenir proche des techniques de mesure de cette sensibilité seront mises en œuvre, autorisant une telle sélection.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BARTON P., 1971. 2nd Int. Symp. on Condition and Meat Quality of pigs March, 22-24, Zeist, The Netherlands, 180-190

BENDALL J.R., CUTHBERTSON A., GATHEROM D.P., 1965. Proceed XIth Meet-Europ. Meat Research Workers, Belgrade. Cité par Mc LOUGHLIN J.V., 1971

BEUTLING D. Mh. Vet. Med., **24** (5), 175-178

CALLOW E.H., 1937. Ann. Rept Food Invest. Board, Great-Britain, p. 81

CALLOW E.H., 1939. Ann Rept Food Invest. Board, Great-Britain, p. 27

CHARPENTIER J., GOUTEFONGEA R., 1966. Ann. Zootech., **15**, 354-359

CHARPENTIER J., GOUTEFONGEA R., 1971. Bulletin Technique C.R.Z.V. n°3, 9-22

CHARPENTIER J., MONIN G., 1970. Journées Rech. Porcine en France, 19-20 Février, Paris, 199

CUTHBERTSON A., POMEROY R.W., 1970. Anim. Prod., **12,** 37-46

DEVLOO S., GEERTS H., SYMOENS J., 1971. Proceed. 2nd Int. Symp. on Condition and Meat Quality of Pigs, March 22-24, Zeist, The Netherlands, 215-224

GIBBONS N.E., ROSE D., 1950. J. Can. Res. Sect. F., **28** 438

HALL J.L., HARRISON D.L., WESTERMAN B.D., ANDERSON L.L., MACKINTOSH D.L., 1961. Kansas Agr. Exp. Sta. Techn. Bull., 119

LENDFERS L.H.H.M., 1969. Cité par EIKELENBOOM G., 1972 Thèse de Doctorat - IVO «Schoonord» - Zeist - The Netherlands.

LENDFERS L.H.H.M., 1971. Proceed, 2nd Int. Symp. on Condition and Meat Quality of Pigs, March 22-24 - Zeist, The Netherlands

LEWIS P.K. Jr., BROWN C.J., HECK M.C., 1959. J. Anim. Sci., **18,** 1477

LEWIS P.K. Jr., BROWN C.J., HECK M.C., 1962. J. Food Sci., **27,** 407-410

LISTER D., 1972. EAAP Pig Commission - 6-7 Octobre 1972. Verona

LOHR J., 1969. Revue Elev. (6-7), 117-122

LUDVIGSEN J., 1954. 272 Beretning fra forsogslaboratoriet, Kobenhavn

Mac LOUGHLIN J.V., 1971. Proceed, 2nd Int. Symp. on Condition and Meat Quality of Pigs, March 22-24, Zeist, The Netherlands, 123, 132

OLDIGS B., UNSHELM J., 1971. Proceed, 2nd Int. Symp. on Condition and Meat Quality of pigs, March 22-24, Zeist, The Netherlands. 205-207.

SCHEPER J., 1970. XVIth **Meet.** Europ. Meat Research Workers, Varna

SCHEPER J., 1971. Proceed, 2nd Int. Symp. on Condition and Meat Quality of Pigs, March 22-24, Zeist, The Netherlands, 271, 277

TADIC R., CIRIC M., 1962. Proceed. VIIIth Europeen Meeting Europ. Meat Res. Workers, Moscou, Cité par Mc LOUGHLIN, 1971

VAN DER WAL P.G., 1971. Proceed of 2nd Int. Symp. on Condition and Meat Quality of pigs - March 22-24, Zeist, The Netherlands, 153-158

VAN PUTTEN G., 1971. Proceed 2nd Int. Symp. on Condition and Meat Quality of Pigs - March 22-24 , Zeist, The Netherlands, 165-170

WISMER-PEDERSEN J., 1957. Third Meet. Meat Res. Inst., Roskilde

WISMER-PEDERSEN J., 1959. Food Res., **24,** 711-727

REGULATION ENDOCRINIENNE DE LA CALCEMIE DES RUMINANTS ET HYPOCALCEMIE VITULAIRE DE LA VACHE LAITIERE

J.P. BARLET

Station de Physiopathologie de la Nutrition
I.N.R.A. - THEIX - 63110 - BEAUMONT

Une vache de 600 kg, produisant 5000 kg de lait par an, exporte par la mamelle, en une lactation, environ 6 kg de calcium. Ce chiffre démontre l'intensité du métabolisme calcique chez la vache laitière. Chez celle-ci, comme chez les autres mammifères, la régulation de la calcémie (à 10 mg/100 ml) est assurée par la parathormone et la calcitonine.

I - ROLE ET SECRETION DE LA PARATHORMONE CHEZ LES BOVINS

Comme les autres Ruminants, les Bovins possèdent deux paires de parathyroïdes : les parathyroïdes supérieures représentant 85 à 90 % du volume parathyroïdien total, et situées en avant de la thyroïde, et les parathyroïdes inférieures, inclues dans le parenchyme thyroïdien.

La parathyroïdectomie effectuée chez le veau âgé de 8 à 100 jours, alimenté au lait, entraîne, au bout de 2 à 3 jours, des crises de tétanie résultant de l'hypocalcémie induite par l'opération. Ces crises, en l'absence de traitement, aboutissent rapidement à la mort de l'animal (STOTT et SMITH, 1957). Mais, chez la vache adulte, la thyroparathyroïdectomie totale, associée à un traitement substitutif à base de thyroxine, permet une survie, une gestation et une lactation normales (STOTT et SMITH, 1957). De plus, contrairement à ce qui été observé chez la Ratte, chez laquelle la parathyroïdectomie entraîne une augmentation de la teneur du lait en calcium (MUNSON, 1955), chez la Vache, la parathyroïdectomie ne modifie pas de façon significative la teneur du lait en cet élément (STOTT et SMITH, 1957). L'absence de symptômes et d'hypocalcémie intense chez la vache parathyroïdectomisée est difficile à expliquer, d'autant plus que ces symptômes et une baisse accentuée de la calcémie apparaissent chez le veau parathyroïdectomisé : il est possible que cette différence entre le Bovin jeune et adulte résulte des quantités importantes de calcium contenues dans les fourrages consommés par l'adulte.

L'expérimentation concernant les effets d'une administration de parathormone chez les Bovins est très réduite, probablement du fait de la taille des animaux, impliquant l'utilisation de grandes quantités d'hormones. Cependant, l'injection intramusculaire de parathormone (2000 - 5000 unités USP/animal) entraîne une hypercalcémie et une hyperphosphaturie chez la vache parathyroïdectomisée (TODD et coll., 1962) et chez la vache normale (MAYER, MARSHAK et KRONFELD, 1966). L'effet hypophosphatémiant paraît très discret (TODD et coll. 1962).

L'hypocalcémie plus ou moins accentuée survenant chez toutes les vaches parturientes a été longtemps considérée comme liée à un hypoparathyroïdisme (DRYERRE et GREIG, 1925 ; BODA et COLE, 1954). On sait aujourd'hui qu'il n'en est rien. En effet, les taux de parathormone circulante, évalués par radio-immunologie chez les vaches au moment du vêlage, sont d'autant plus élevés que l'hypocalcémie est plus intense (MAYER et coll., 1969). Cette observation est particulièrement intéressante car elle suffit à démontrer que le syndrome vitulaire ne peut être dû à un déficit parathyroïdien survenant au moment de la parturition.

II - LE SYNDROME VITULAIRE

L'hypocalcémie et l'hypophosphatémie légères accompagnant la parturition et ne se traduisant pas par des symptômes cliniques, passent inaperçues (MOODIE, MARR et ROBERTSON, 1955 ; BARLET, 1971). Cependant, ces perturbations physiologiques peuvent parfois s'accentuer et aboutir aux troubles connus sous le nom de syndrome vitulaire. Ce syndrome comporte deux variantes cliniques.

L'hypocalcémie vitulaire typique

Elle surbient, dans 90 % des cas, dans les 24 heures qui suivent la parturition. Elle se manifeste par une paraplégie ou une paralysie, accompagnée d'hypoesthésie (surtout au niveau des extrémités). L'animal, comateux, en décubitus latéral complet, a fréquemment la tête repliée sur le flanc dans une position d'auto-auscultation caractéristique. On note également de la constipation, associée à une tendance à la météorisation. Le rythme cardiaque, variant normalement entre 60 et 80 pulsations par minute, s'élève souvent à plus de 100. La température corporelle s'abaisse généralement de 38 °5 à 37 ° ou moins. Le réflexe pupillaire disparaît dans la plupart des cas. Enfin, certains animaux, même comateux, présentent des tremblements ou des convulsions sporadiques qui se traduisent surtout par une agitation désordonnée de la tête et des membres postérieurs (HEMSLEY, 1957). L'hypocalcémie vitulaire classique survient rarement avant le troisième vêlage. Les récidives aux vêlages successifs sont la règle chez 75 % des animaux (BRION, 1967).

Le traitement consiste en une injection de sels de calcium (gluconate, glutamate) qui donne des résultats rapides et spectaculaires, mais ne supprime pas les rechutes. Celles-ci sont fréquentes à 24 h d'intervalle (LARVOR, BROCHART et THERET, 1961). Par contre, une thérapeutique ancienne, consistant à injecter de l'air dans la mamelle des animaux (insufflation mammaire), les élimine totalement (ROBERTSON, 1949), tout en présentant d'autres inconvénients sérieux (risque de mammite).

La Parésie vitulaire

A côté de ces cas classiques, on observe de plus en plus fréquemment, depuis une dizaine d'années, des cas atypiques désignés par le terme de parésie vitulaire (BERTHELON, 1958). Contrairement à l'hypocalcémie vitulaire, la parésie peut survenir de 2 jours à 2 mois après le vêlage (LARVOR, BROCHART et THERET, 1961). Elle se manifeste essentiellement par une paralysie au niveau du train postérieur, ce qui oblige l'animal à rester couché. Mais celui-ci n'est pas comateux, il n'y a pas d'hypothermie, et, très souvent, il continue à s'alimenter normalement. Les injections calciques sont toujours inefficaces. Les effets de l'insufflation mammaire paraissent variables selon les cas (BERTHELON, 1958 ; LARVOR, BROCHART et THERET, 1961). L'absence d'une thérapeutique efficace nécessite très souvent l'abattage de ces animaux.

Enfin, certains animaux présentant une hypocalcémie importante (calcémie inférieure à 7 mg/100 ml) dans les heures suivant la parturition ne manifestent aucun symptôme clinique (MAYER, RAMBERG et

KRONFLELD, 1966), ou seulement des symptômes atténués : diminution de l'appétit, indifférence à l'entourage, somnolence, légers temblements au niveau des masses musculaires.

Bien qu'il soit impossible d'établir une corrélation entre le degré de l'hypocalcémie et les modifications du comportement, dans les cas classiques, on observe toujours une chute importante de la calcémie (calcémie inférieure à 6 mg/100 ml), de la phosphatémie (phosphatémie inférieure à 3 mg/100 ml, normale 3-6 mg/100 ml). La magnésémie est légèrement augmentée ou peu modifiée (MOODIE, MARR et ROBERTSON, 1955).

L'excrétion urinaire du calcium et du phosphore chez les vaches atteintes d'hypocalcémie vitulaire (0,11 et 0,03 g/j respectivement) n'est pas significativement différente de celle observée chez les vaches normales (0,4 et 0,06 g/j) au moment du vêlage, et l'hypocalcémie et l'hypophosphatémie observées ne peuvent provenir d'une excrétion accrue de ces électrolytes (BLOSSER et SMITH, 1953).

Les fluctuations de la kaliémie et de la natrémie paraissent variables selon les animaux. Néanmoins, il semble que dans l'hypocalcémie vitulaire typique, on assiste à une baisse de la natrémie, associée à une hausse de la kaliémie et de la chlorémie (WARD et coll., 1953). On observe également une élévation de la glycémie, du taux des acides pyruvique et lactique, tandis que celui de l'acide citrique a tendance à diminuer légèrement et de façon non significative (BLOSSER et SMITH, 1953 ; WARD et coll., 1953, VAN SOEST et BLOSSER, 1954). Chez les vaches qui présentent le syndrome vitulaire le jour de la parturition, l'hématocrite serait significativement plus élevé que chez les vaches normales (42 au lieu de 37 %) (RYDBERG, 1969).

Dans les cas de parésie, l'hypocalcémie est généralement peu accentuée, par contre, l'hypophosphatémie paraît être plus intense que dans les cas d'hypocalcémie typique (HALLGREEN, 1955 ; LARVOR, BROCHART et THERET, 1961). A notre connaissance, aucune étude détaillée des divers éléments plasmatiques minéraux et organiques n'a été jusqu'à présent effectuée chez les vaches atteintes de parésie. Il semble cependant que la légère hypocalcémie observée chez les vaches parétiques soit due entièrement à une baisse du calcium lié aux protéines et non à une baisse du calcium ionisé (HALLGREEN, CARLSTRÖM et JÖNSSON, 1959).

III - ETIOLOGIE DU SYNDROME VITULAIRE : ROLE DE LA CALCITONINE

Bien que la prévention du syndrome basée sur une stimulation parathyroïdienne avant la parturition se soit révélée relativement efficace (BOSA et COLE, 1954), plusieurs objections importantes concernant un éventuel déficit parathyroïdien chez la vache parturiente avaient été soulevées.

- La parathyroïdectomie partielle ou totale effectuée chez la vache avant la parturition n'induit pas chez celle-ci l'apparition du syndrome (STOTT et SMITH, 1957). De plus, les parathyroïdes de toutes les vaches augmentent de taille et semblent présenter des signes histologiques d'hyperactivité juste avant la parturition (STOTT et SMITH, 1964)

- Chez 52 vaches présentant le syndrome vitulaire, le rapport nucléoplasmique est significativement supérieur à celui obtenu chez des vaches parturientes normales. Les parathyroïdes d'animaux atteints d'hypocalcémie vitulaire paraissent répondre normalement à l'hypocalcémie observée et ne semblent nullement en état d'hypofonctionnement (JÖNSSON, 1960 ; CAPEN et YOUNG, 1967).

- Le syndrome vitulaire ne peut être prévenu ou guéri par des injections d'extrait parathyroïdien (MATTICK et LITTLE, 1933) ou de parathormone (JACKSON et coll., 1962).

- Il n'y a pas de diminution de la phosphaturie chez la vache atteinte d'hypocalcémie vitulaire (BLOSSER et SMITH, 1953), ce qui, comme l'hypophosphatémie associée à l'hypocalcémie, est en contradiction avec l'hypothèse d'une inhibition parathyroïdienne.

- Les taux de parathormone (évalués par dosage radio-immunologique) sont nettement supérieurs chez les vaches atteintes d'hypocalcémie vitulaire à ceux observés chez les vaches normales (SHERWOOD et coll., 1968 ; MAYER et coll., 1969).

- Par contre, le plasma des vaches parturientes normales, chez qui on observe toujours une hypocalcémie plus ou moins accentuée, administré à des génisses de 1 an, induit chez celles-ci une hypocalcémie significative. Il semble donc qu'un facteur analogue à la calcitonine soit présent dans le plasma des vaches au moment de la parturition (OCHS et col., 1964).

Chez les Bovins, la calcitonine, polypeptide constitué de 32 acides aminés (BREWER et RONAN, 1969), est secrétée par les cellules parafolliculaires de la thyroïde. Le syndrome vitulaire étant caractérisé par une hypocalcémie et une hypophosphatémie, il est logique de penser que la calcitonine, hormone hypocalcémiante et hypophosphatémiante, joue un rôle dans l'étiologie de ce syndrome. Plusieurs travaux confirment cette hypothèse.

Arguments histologiques

En 1967, CAPEN et YOUNG examinant au microscope électronique les cellules parafolliculaires des thyroïdes provenant de vaches atteintes d'hypocalcémie vitulaire, constatèrent que ces cellules présentaient tous les signes histologiques indiquant qu'elles venaient de libérer leur secrétion. De plus, les taux de calcitonine obtenus par dosage biologique dans les thyroïdes d'animaux atteints étaient significativement inférieurs à ceux observés dans les thyroïdes d'animaux ayant eu une mise-bas normale. Ces résultats paraissent indiquer que le syndrome vitulaire est dû à une décharge de calcitonine survenant au moment de la mise-bas (CAPEN et YOUNG, 1967).

Dosage de la calcitonine plasmatique chez les animaux atteints spontanément

Si le syndrome spontané est dû à une sécrétion accrue de calcitonine, celle-ci doit se retrouver à un taux supérieur dans le plasma des animaux atteints. Le dosage biologique sur rats des plasmas provenant de ces animaux nous a permis de mettre en évidence des quantités d'hormones significativements supérieures à celles observées chez les témoins (BARLET, 1969). Il semble qu'il y ait une sécrétion accrue de calcitonine chez toutes les vaches au moment de la mise-bas : ceci pourrait d'ailleurs expliquer l'hypocalcémie et l'hypophosphatémie survenant à ce stade physiologique (JACKSON et coll., 1970 ; BARLET, 1969). Récemment, la méthode de dosage radio-immunologique a permis de confirmer l'élévation du taux de calcitonine plasmatique au cours des crises d'hypocalcémie vitulaire (CARE et col., 1970 ; LITTLEDIKE et coll., 1971).

Induction d'un syndrome cliniquement et biochimiquement analogue au syndrome vitulaire par administration de calcitonine à des vaches

L'administration de calcitonine à la vache en lactation induit chez celle-ci une hypocalcémie et une hypophosphatémie significatives (BARLET, 1967). L'hypocalcémie et l'hypophosphatémie induites par la calcitonine résultent de l'inhibition du catabolisme osseux (MILHAUD, PERAULT et MOUKHTAR, 1965). En bloquant le catabolisme osseux par l'hormone pendant un temps suffisamment long pour entraîner une hypocalcémie intense, on devait donc théoriquement aboutir aux manifestations

cliniques du syndrome vitulaire. C'est ce que nous avons réussi à obtenir chez 11 vaches en lactation et chez une génisse de race Jersiaire. En administrant à ces 12 animaux, pendant 9 h ou plus, un minimum de 4 unités MRC à l'heure de calcitonine, nous avons pu reproduire chez tous ces animaux les manifestations cliniques (paralysie, hypoesthésie, hypothermie) et biochimiques (calcémie et phosphatémie inférieures à 5 mg/100 ml) du syndrome. Une administration intraveineuse de glutamate de calcium amenait comme dans les cas spontanés, une guérison totale dans les minutes suivant l'injection (BARLET, 1968, 1971).

IV - CAUSES POSSIBLES DE LA DECHARGE PLUS OU MOINS ACCENTUEE DE CALCITONINE SURVENANT CHEZ LES VACHES PARTURIENTES

A l'heure actuelle, le syndrome vitulaire de la vache peut donc être considéré comme dû à une hypersécrétion de calcitonine. Une question importante reste cependant posée : quelle est l'origine de cette hypersécrétion de calcitonine ?

Classiquement, la sécrétion de calcitonine est considérée comme réglée par la calcémie (CARE, 1965 ; COOPER, DEFTOS et POTTS, 1971). Mais il n'y a pas d'hypercalcémie ou d'élévation du taux sanguin de calcium ionisé chez la vache, dans les jours ou les heures précédant mise-bas et syndrome vitulaire (BARLET, 1971). On connait maintenant des facteurs autres que l'hypercalcémie, capables de stimuler la sécrétion de calcitonine. C'est le cas, chez le Ruminant, du glucagon, des catécholamines et de la théophylline (BARLET, 1971). Néanmoins, le glucagon ne paraît pas être la cause de la décharge de calcitonine, puisque la glucagonémie des animaux atteints n'est jamais supérieure à celle des animaux témoins (BARLET, 1971).

LEWIS et coll. (1971) ont émis l'hypothèse que l'un des rôles physiologiques importants de la calcitonine pourrait être la protection du squelette contre une déminéralisation excessive induite par l'hyperparathyroïdisme survenant au moment du déclenchement de la lactation. En effet, chez les Rattes thyroïdectomisées (après transplantation des parathyroïdes), la teneur du squelette en calcium, après la gestation ou la lactation, est très significativement inférieure à celle observée chez des témoins au même stade physiologique. Nous avons constaté une diminution de la teneur en calcium et en phosphore des métacarpiens chez la Brebis thyroïdectomisée, 3 mois avant la mise-bas, et supplémentée en thyroxine (BARLET, données non publiées). Un tel rôle de la calcitonine pourrait donc revêtir un intérêt tout particulier chez la vache. En effet, chez celle-ci, la teneur de la thyroïde en calcitonine est très diminuée au cours de la gestation et de la lactation, ce qui laisse supposer que l'hormone pourrait être excrétée intensément durant ces stades physiologiques (BARLET, 1972).

Enfin, des travaux récents ont montré que, chez le Porc, l'administration intraveineuse de pentagastrine (COOPER et coll., 1971) ou une décharge de gastrine endogène induite expérimentalement (CARE et coll., 1972) pouvait stimuler l'excrétion de calcitonine. Des résultats analogues ont été obtenus chez la Brebis (BARLET, 1972). De plus, chez la Brebis, l'administration orale de faibles doses de calcium semble induire une élèvation de la gastrinémie (ACCARY et BARLET, données non publiées). Il est donc possible que, chez les Ruminants, certaines hormones gastrointestinales contrôlent plus ou moins efficacement l'excrétion de calcitonine.

V - PROPHYLAXIE DE L'HYPOCALCEMIE VITULAIRE

On sait, depuis les travaux de BODA et COLE (1954), que la distribution d'une ration très riche en calcium pendant le mois précédant le vêlage augmente considérablement le nombre de cas d'hypo-

calcémie vitulaire. Par contre, l'élévation de la teneur en phosphore de la ration paraît avoir un effet bénéfique (BOLA et COLE, 1954 ; BROCHART, 1964). L'intérêt d'un rapport Ca/P de la ration inférieur à 2 avant la parturition est difficile à expliquer à l'heure actuelle. Cependant, des travaux récents (YOUNG, CAPEN et BLACK, 1972) viennent de démontrer qu'une ration très fortement carencée en calcium (5 g de Ca/j/animal ; Ca/P = 1/5), distribuée pendant 30 jours à des vaches Jersiaises, diminuait considérablement la teneur en calcitonine de la thyroïde de ces animaux.

L'effet préventif de la vitamine D à l'égard de l'hypocalcémie vitulaire a donné lieu à de nombreuses controverses. De façon générale, il semble que les résultats soient satisfaisants dans les cas où l'on peut prévoir exactement la date de vêlage et prolonger les injections (ou la distribution) de vitamine jusqu'au jour de celui-ci. Par contre, la vitamine D n'a aucun effet bénéfique si le traitement est interrompu plus de 48 h avant le vêlage. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que l'administration quotidienne de vitamine D_3 (10 millions d'unités/j pendant 7 jours) diminue la teneur en calcitonine de la thyroïde des vaches de façon significative (BARLET, 1971) ; par contre, une interruption de 72 h du traitement a un effet inverse (YOUNG, CAPEN et BLACK, 1972). Jusqu'à présent, la difficulté de l'utilisation de la vitamine D résidait dans sa toxicité à fortes doses (danger de calcifications abhérentes au niveau de l'aorte en particulier) : ces difficultés pourraient peut-être être supprimées, grâce en particulier à l'utilisation des phosphonates, qui suppriment l'apparition de telles calcifications.

CONCLUSION

En conclusion, un syndrome cliniquement et biochimiquement analogue au syndrome vitulaire peut être reproduit par perfusion intraveineuse prolongée de calcitonine à la vache. Chez les animaux atteints spontanément, une élévation significative du taux de calcitonine plasmatique a été mise en évidence et les preuves histologiques d'une hypersécrétion des cellules C ont été fournies. Le syndrome vitulaire semble donc pouvoir être considéré à l'heure actuelle comme résultant d'une décharge plus ou moins prolongée de calcitonine survenant chez la Vache laitière. Les causes exactes de cette hyperactivité temporaire des cellules C demeurent encore inconnues. Cependant, chez les Mammifères, et en particulier chez les Ruminants, de nombreux facteurs autres qu'une élévation de la calcémie sont capables de stimuler l'excrétion de calcitonine. Bien qu'il soit encore impossible de mettre en évidence un rôle physiologique indéniable de ces divers stimuli au niveau des cellules C, il semble logique de penser qu'ils peuvent intervenir dans certains cas, en particulier au cours de la gestation et de la lactation où les besoins calciques de l'organisme sont considérablement accrus.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BARLET J.P. Effets de la thyrocalcitonine sur la calcémi e et la phosphatémie de la vache laitière. C.R. Acad. Sci. (Paris), D, 1967, **265**, 1075-1078

BARLET J.P. Induction expérimentale d'un syndrome analogue à la fièvre vitulaire par administration de thyrocalcitonine à des vaches en cours de lactation. C.R. Acad. Sci. (Paris) D, 1968, **267,** 2010-2013

BARLET J.P. Mise en évidence d'un facteur hypocalcémiant et hypophosphatémiant dans le plasma des vaches laitières ; variations du taux de ce facteur au moment du vêlage et dans les cas de syndrome vitulaire. C.R. Acad. Sci. (Paris) D, 1969, **268**, 1864-1867

BARLET J.P. Rôle de la calcitonine dans la régulation du métabolisme phosphocalcique des ruminants. Cas particulier : le syndrome vitulaire de la vache laitière. Thèse Doct. Etat Sci. Nat. Clermont-Ferrand 1971, 214 p.

BARLET J.P. The role of calcitonin in the regulation of plasma calcium in the bovine, specially in Parturient Paresis of dairy cows. Proceedings of the International Conference on Production Disease, Reading, 1972 (in Press).

BARLET J.P. Effet d'une perfusion intraveineuse de gastrine ou d'une excitation vagale sur la calcémie et la phosphatémie du Mouton. C.R. Acad. Sci. (Paris), D, 1972, **274,** 2220-2223

BERTHELON M. Les névroses vitulaires de la vache laitière. Rev. Med. Vet., 1958, **109,** 641-664

BLOSSER T.H., SMITH V.R. Parturient paresis. VI - Some changes in the urinary excretion of certain constituents at parturition and their possible association with changes in the blood picture. J. Dairy Sci., 1953, **36,** 329-337

BODA J.M., COLE H.H. The influence of dietary calcium and phosphorus on the incidence of milk-fever in dairy cattle. J. Dairy Sci., 1954, **37,** 350-372

BREWER H.B., RONAN R. Amino-acid sequence of bovine thyrocalcitonin. Proc. Nat. Acad. Sci. (Wash), 1969, **63,** 940-947

BREWER H.B., RONAN R. Bovine parathyroid hormone : amino-acid sequence. Proc. Nat. Acad. Sci. (Wash), 1970, **67,** 1862-1869

BRION A. Résultats d'une enquête sur la fièvre vitulaire. Bull. Soc. Vét. Prat., 1967, 311-318

BROCHART M. La prévention de l'hypocalcémie vitulaire. Ann. Zootech., 1964, **13,** 63-69

CAPEN C.C., YOUNG D.M. The ultrastructure of the parathyroid glands and thyroid parafollicular cells of cows with parturient paresis and hypocalcemia. Lab. Invest., 1967, **17,** 717-737

CARE A.D. Secretion of thyrocalcitonin. Nature (Lond), 1965, **205,** 1289-1291

CARE A.D., BATES R.F.L., PHILLIPPO M., LEQUIN R.M., HACKENG W.H.L., BARLET J.P., LARVOR P. Stimulation of calcitonin release from bovine thyroid by calcium and glucagon. J. Endocr. 1970, **48,** 667-668

CARE A.D., BATES R.F.L. SWAMINATHAN R., GANGULI P.C. - The role of gastrin as a calcitonin secretagogue J. Endocr., 1971, **51**, 735-744

COOPER C.W., DEFTOS L.J., POTTS J.T. - Direct measurement of in vivo secretion of pig thyrocalcitonin by radioimmunoassay. Endocrinology, 1971, **88**, 747-754

COOPER C.W., SCHWESINGER W.H., MAGHOUB A.M., ONTJES D.A. - Thyrocalcitonin stimulation of secretion by pentagastrin. Science, 1971, **172**, 1238-1240

DRYERRE H., GREIG J.R., - Milk-fever : its possible association with derangement in the internal secretions. Vet. Rec., 1925, **5**, 226-231

HALLGREEN W., CARLSTRÖM G., JÖNSSON G., - Studies on parturient paresis in dairy cows. III - Determination of calcium ion concentration in bovine serum in different hypocalcemic and pseudohypocalcemic conditions. Nord. Vet. Med., 1959, **11**, 217-249

HEMSLEY L.A. - Some observations on milk-fever. Vet. Rec., 1957, **69**, 464-468

JACKSON H.D., PAPPENHAGEN A.R., GOESTSCH G.D., NOLLER C.H., - Effect of parathyroid hormone on calcium and other plasma constituents of dairy cattle near parturition. J. Dairy Sci., 1962, **45**, 897-903

JACKSON H.D., QUIST R.A., ALTER M.E., MERTZ E.T., NOLLER C.H. - Partial purification of hypocalcemic proteins from plasma of parturient dairy cows. In J.J.B. ANDERSON : Parturient Hypocalcemia. New-York, Academic Press, 1970, pp. 195-204

JÖNSSON G. - On the etiology and pathogenesis of parturient paresis in dairy cows. Acta Agricult. Scand., 1960, suppl. 8, 78 p.

LARVOR P., BROCHART M., THERET M. - Enquête sur la fièvre vitulaire et la tétanie d'herbage des bovins en France. Econ. Med. Anim., 1961, **2**, 5-38

LEWIS P., RAFFERTY B., SHELLEY M., ROBINSON C.J., - A suggested physiological role of calcitonin : the protection of the skeleton during pregnancy and lactation. J. Endocr., 1971, **49**, IX-X

LITTLEDIKE E.T., ARNAUD C.D., SCHROEDER L., JACOBSON N.L. - Calcitonin, parathyroid hormone and parturient hypocalcemia of dairy cows. Abstr. 53 rd Meeting of the Endocrine Society, A-67.

MATTICK E.C.W., LITTLE W.L. - The calcium content of cow's blood. II. a - Calcium in the blood of parturient heifers. b. - Effects of the injection of parathyroid extract. c. - Some cases report of milk-fever. Vet. Rec., 1933, **13**, 1091-1097

MAYER G.P., MARSHAK R.R., KRONFELD D.S. - Parathyroid effects on renal phosphorus excretion in the cow. Am. J. Physiol., 1966, **211**, 1366-1370

MAYER G.P., RAMBERG C.F., KRONFELD D.S. - Hypocalcemia without paresis in cows. J. Amer. Vet. Med. Ass., 1966, **149**, 402-405

MAYER G.P., RAMBERG C.F., KRONFELD D.S., BUCKLE R.M., SHERWOOD L.M., AURBACH G.D., POTTS J.T. - Plasma parathyroid hormone concentration in hypocalcemic parturient cows. Amer. J. Vet. Res., 1969, **30**, 1587-1597

MILHAUD G., PERAULT A.M., MOUKHTAR M.S. - Etude du mécanisme de l'action hypocalcémiante de la thyrocalcitonine. C.R. Acad. Sci. (Paris), D, 1965, **261**, 813-816

MOODIE E.W., MARR A., ROBERTSON A. - Serum calcium and magnesium and plasma phosphate levels in normal parturient cows, J. Comp. Path., 1955, **65**, 20-36

MUNSON P.L. - Studies on the role of parathyroids in calcium and phosphorus metabolism. Ann. N.Y. Acad. Sci., 1955, **60**, 776-796

RAMBERG C.F., MAYER G.P., KRONFELD D.S., AURBACH G.D., SHERWOOD L.M., POTTS J.T., - Plasma calcium and parathyroid hormone responses to EDTA infusion in the cow. Amer. J. Physiol., 1967, **213**, 878-882

ROBERTSON A. - Some observations on milk-fever. Vet. Rec., 1949, **61**, 333-339

RYDBERG C.- Hamatologische und Blutchemische Untersuchungen von klinisch gesunden sowie an primärer Ketose und puerperaler Parese erkankten Rindern. Acta Vet. Scand., 1969, suppl. 27, 86 p.

SHERWOOD L.M., MAYER G.P., RAMBERG C.F., KRONFELD D.S., AURBACH G.D., POTTS J.T. - Regulation of parathyroid hormone secretion : proportional control by calcium, lack of effect of phosphate. Endocrinology, 1968, **83**, 1043-1051

STOTT G.H., SMITH V.R. - Parturient paresis. VIII - Results of parathyroidectomy of cows. J. Dairy Sci., 1957, **40**, 897-904

STOTT G.H., SMITH V.R. - Histology, cytology and size of the parathyroïds in bovine related to age and fuction. J. Dairy Sci., 1964, **47**, 426-432

TODD AS., FOSGATE O.T., GRAGLE R.G., KAMAL T.H., - Parathyroid action on calcium, phosphorus, magnesium and citric acid in dairy cattle. Amer. J. Physiol., 1962, **202**, 987-990

VAN SOEST P.J., BLOSSER T.H. - A detailed study of certain blood constituents in normally calving dairy cows and in dairy cows with parturient paresis. J. Dairy Sci., 1954, **37**, 185-191

WARD G.M., BLOSSER T.H., ADAMS M.F., GRILLY J.B. - Blood levels of some inorganic and organic constituents in normal parturient cows and cows with parturient paresis. J. Dairy Sci., 1953, **36**, 39-44

YOUNG D.M., CAPEN C.C., BLACK H.E., - Effect of calcium deficient diet and vitamin D on thyrocalcitonin in cows. Endocrinology, 1972, **90**, 276-281

ALIMENTATION DES VEAUX FEMELLES AVEC DE L'ENSILAGE DE MAIS DE LA NAISSANCE A 6 MOIS : INFLUENCE DU NIVEAU D'APPORT D'ALIMENT CONCENTRE APRES LE SEVRAGE

J.L. TROCCON, M. JOURNET

avec la collaboration de B. MARQUIS

Station de Recherches sur l'Elevage des Ruminants

Dans les fermes laitières qui utilisent de l'ensilage de maïs parfois additionné d'urée, les éleveurs se posent souvent la question : est-il possible, pour des veaux d'élevage, de remplacer le foin utilisé traditionnellement (1, 2) par de l'ensilage de maïs et cela dès le plus jeune âge ?

Il est important pour cela de savoir :

1 - comment évolue la consommation d'ensilage distribué à volonté aux veaux dès la naissance ;

2 - si l'ensilage de maïs à teneur élevée en matière sèche se substitue à l'aliment concentré, comme c'est le cas pour les vaches laitières (3, 4) ;

3 - et s'il est possible en conséquence de réduire l'apport de concentré après le sevrage.

L'essai entrepris a donc eu pour objet de comparer sur des veaux femelles frisons ou croisés holstein × frisons, la distribution de 1 (lot I) ou de 2 kg (lot II) d'aliment concentré après le sevrage avec de l'ensilage de maïs comme seul fourrage distribué *ad libitum*. Les veaux ont été alimentés avant le sevrage avec un repas de lait reconstitué par jour en raison des résultats intéressants obtenus avec cette technique (5).

CONDUITE D'ELEVAGE ET ALIMENTATION

Au cours de l'hiver 1971-1972, 36 veaux (2 lots de 18) ont été suivis jusqu'au sevrage, 30 d'entre eux (2 lots de 15) jusqu'à 13 semaines et 20 de ces derniers (2 lots de 10) jusqu'à 21 semaines.

Dans la population holstein et frisonne des veaux conduits jusqu'à 13 semaines, le pourcentage d'animaux de sang holstein est de 40 dans chacun des lots I et II. Après 24 h d'alimentation au colostrum de la mère (3 tétées au cours des 12 premières heures), les veaux sont élevés en stabulation libre paillée (cases de 8 animaux) ouverte sur une aire de parcours extérieure et reçoivent un lait reconstitué « veau d'élevage » selon le schéma de distribution ci-joint (tableau 1). Le lait est distribué individuellement au seau à 7 h 30 ; l'aliment concentré granulé (tableau 1), l'ensilage de maïs et l'eau sont offerts en libre service.

TABLEAU I

SCHEMA DE DISTRIBUTION DU LAIT RECONSTITUE

(1 seule distribution par jour)

Age	Jours		semaines						
	1	2 à 7	2	3	4	5	6	7	8
Lait reconstitué (1) (kg par jour)	colos-trum	3,5	4,0	4,5	5,0	4,5	3,5	2,0	0

(1) Concentration unique de 220 g d'aliment d'allaitemen par kg de lait reconstitué

Composition de l'aliment concentré distribué : Orge : 27, blé : 18 maïs : 23, Tourteau de tournesol : 19, Tourteau d'arachide : 9, Complémen' minéral vitaminé : 4

Les veaux de cet essai ont reçu 44,3 kg d'aliment d'allaitement. Ils ont été sevrés à 57 ± 5 jours après avoir gagné en moyenne 33 kg de poids vif (585 ± 80 g de gain de poids par jour) depuis la naissance.

L'ensilage de maïs d'excellente qualité enrichi en urée (12 g d'urée par kg de matière sèche) avait une teneur en matières azotées de 11 % et une teneur en matière sèche de 35 à 40 %.

RESULTATS

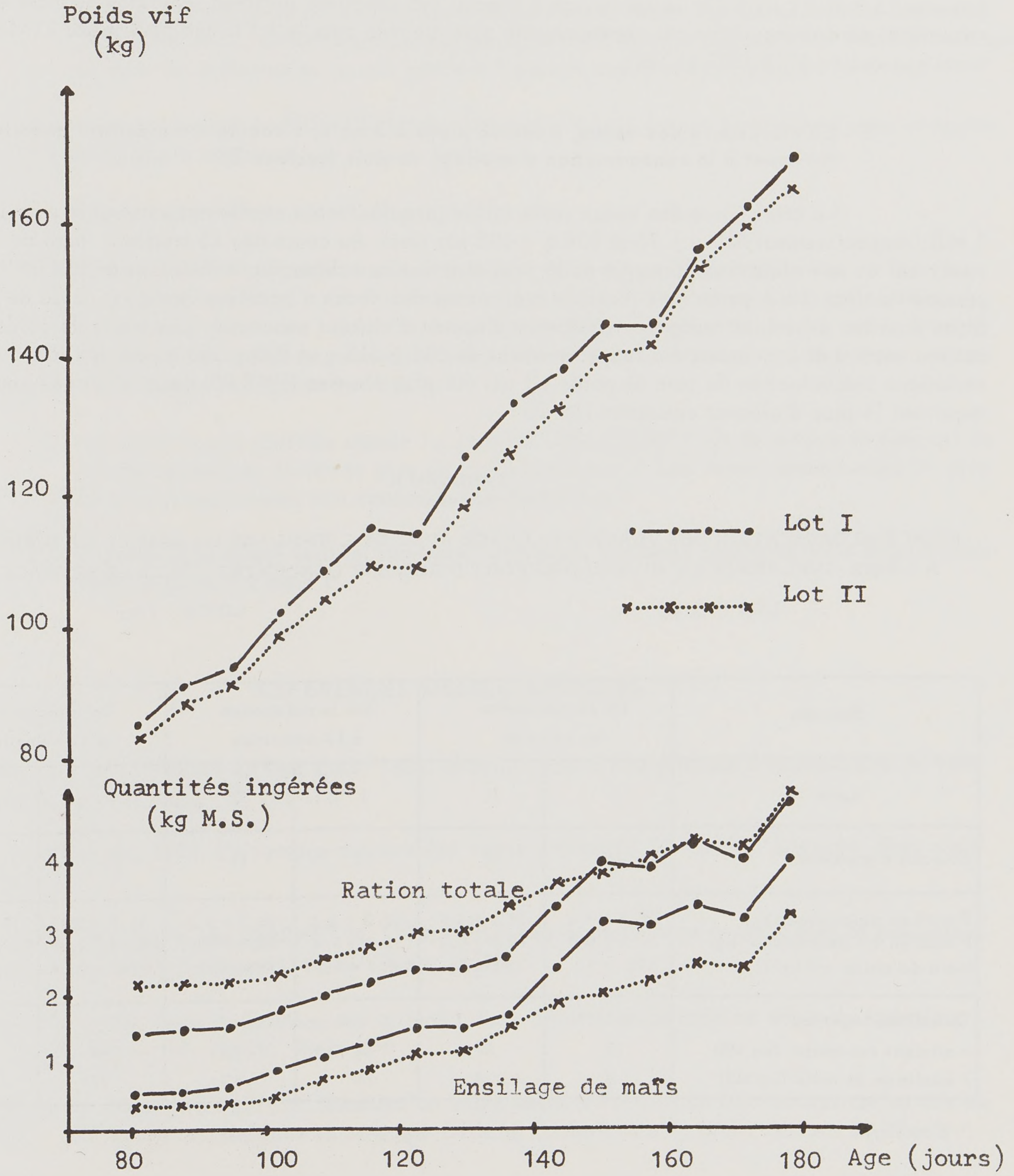
1 - La consommation d'ensilage de maïs reste faible jusqu'à 3 mois, puis s'accroît assez rapidement ensuite.

Les quantités d'ensilage de maïs ingérées quotidiennement par veau au sevrage sont d'environ 100 à 200 g de matière sèche. A 3 et 6 mois, elles sont respectivement de 0,5 et 4,0 kg pour les veaux recevant 1 kg de l'aliment concentré, et 0,4 kg et 3,0 kg pour ceux qui reçoivent 2 kg de l'aliment concentré. Ces consommations sont inférieures à celles de foin (1 et 4 kg de matière sèche à 3 et 6 mois) observées avec les régimes classiques : foin à volonté + 2 kg d'aliment concentré par veau (1).

La consommation journalière d'ensilage de maïs n'augmente de façon appréciable qu'à partir du 4e mois, mais elle augmente alors assez rapidement d'environ 1 kg de matière sèche par mois (graphique I).

GRAPHIQUE I

ALIMENTATION DES VEAUX FEMELLES (FRISONS ET HOLSTEIN-FRISONS) AVEC DE L'ENSILAGE DE MAIS ET 1 OU 2 KG D'ALIMENT CONCENTRE APRES LE SEVRAGE



2 - L'ensilage de maïs à forte teneur en matière sèche se substitue totalement (quantités de matière sèche ingérées) à l'aliment concentré à partir de 5 mois d'âge

Lorsqu'on compare les quantités d'ensilage de maïs ingérées volontairement par les lots recevant 1 et 2 kg d'aliment concentré par jour, nous constatons qu'à 3 mois, la substitution n'est que très partielle : la quantité d'ensilage de maïs n'augmente que de 0,2 à 0,3 kg de matière sèche lorsque celle d'aliment concentré diminue de 1 kg. Mais à partir du 5e mois, la substitution semble devenir totale de sorte que les quantités d'UF ingérées quotidiennement par les 2 lots à 6 mois ne sont pas très différentes (3,9 et 4,2 UF). De la naissance à 6 mois, les quantités ingérées (ensilage de maïs et aliment concentré) de matière sèche ont cependant été plus élevées pour le lot II que pour le lot I (345 et 397 kg) ainsi que celles d'UF (287 et 359).

3 - La croissance des veaux, modérée jusqu'à 3 mois, s'accélère rapidement ensuite, simultanément à la consommation d'ensilage de maïs (tableau 2)

La croissance des veaux reste faible jusqu'à 3 mois et elle est semblable pour les lots I et II (respectivement 610 g ± 75 et 606 g ± 105 par jour). Au cours des 15 premiers jours de vie, les veaux ont eu une croissance presque nulle peut-être due au schéma de distribution du lait utilisé à cette période (tableau 1). A partir de 3 mois, la croissance des veaux s'accélère fortement, mais de la même façon pour les deux lots, malgré la différence d'apport d'aliment concentré. Les gains de poids vif journaliers entre 3 et 5 mois ont été respectivement de 864 ± 118 g et 880 ± 193 g pour les lots I et II. Les variations individuelles du gain de poids vif ont été plus élevées ($P < 0,05$) dans le lot des veaux qui reçoivent le plus d'aliment concentré (lot II).

TABLEAU II

ESSAI D'ALIMENTATION DES VEAUX D'ELEVAGE AVEC DE L'ENSILAGE DE MAIS DE LA NAISSANCE A 5 MOIS - INFLUENCE DU NIVEAU D'APPORT D'ALIMENT CONCENTRE APRES LE SEVRAGE :

LOT I : 1 kg — LOT II : 2 kg

Période	De la naissance au sevrage		De la naissance à 13 semaines		De la naissance à 21 semaines	
Lots	I	II	I	II	I	II
Effectif d'animaux	18	18	15	15	10	10
Poids de naissance (kg)	38,7 ± 5,4	38,9 ± 5,6	38,2 ± 5,3	38,3 ± 5,2	36;7 ± 3,8	36,4 ± 3,4
Poids en fin de période (kg)	71,1 ± 6,0	72,7 ± 6,5	93,1 ± 8,4	92,8 ± 10,7	144,4 ± 9,0 *	143,6 ± 17,4*
Gain de poids vif (g/j)	576 ± 72	594 ± 89	610 ± 75	606 ± 105	718 ± 51 *	715 ± 109 *
Quantités ingérées						
- aliment concentré (kg MS)	17	19	48	79	98	175
- ensilage de maïs (kg MS)	4	4	20	13	97	70

* Ecart type $P < 0,05$

CONCLUSION

Les résultats de cet essai sur les veaux femelles de race laitière permettent de conclure à la possibilité :

1°) - de remplacer entre 0 et 6 mois le foin par l'ensilage de maïs (avec une seule distribution de lait par jour avant le sevrage) sans modifier beaucoup la croissance.

2°) - de réduire après sevrage l'apport d'aliment concentré (par rapport aux rations à base de foin) si l'ensilage de maïs distribué à volonté a une teneur élevée en matière sèche (supérieure à 35 %). Cette réduction est possible car l'énergie ingérée sous forme d'ensilage de maïs se substitue en grande partie à l'énergie apportée par l'aliment concentré.

Il semble qu'un objectif de 160 à 170 kg de poids vif à 6 mois puisse être obtenu avec un apport maximum de 1 kg d'aliment concentré par veau et par jour.

Les points suivants restent à préciser :

1°) - A-t-on intérêt à supprimer totalement le foin de la ration ? La distribution de foin de luzerne surtout jusqu'à 1 à 2 mois (au moins) après le sevrage ne serait-elle pas souhaitable en raison des faibles consommations d'ensilage de maïs par les veaux jusqu'à cet âge ? Cet apport ne permettrait-il pas d'accélérer le passage vers le stade ruminant et de réduire le choc du sevrage ?

2°) - Ne serait-il pas possible comme l'a suggéré GUILLERMET (2) de réduire la quantité de lait reconstitué et de sevrer plus tôt (5 - 6 semaines) ? Les veaux accroîtraient-ils plus tôt et plus rapidement leur consommation d'ensilage ?

3°) - A partir de quel âge peut-on supprimer totalement l'aliment concentré sans réduire beaucoup le poids à 6 mois ?

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1 - **MATHIEU C.M. et WEGAT-LITRE Erna,** 1961. Mise au point d'une méthode d'alimentation du veau d'élevage. Ann. Zootech. **10,** 161-175

2 - **GUILLERMET R.,** 1972. Le sevrage précoce des veaux d'élevage. Revue de l' Elevage, Hors série F 17, 105-115

3 - **VERITE R., HODEN A. et JOURNET M.** 1970. Utilisation de l'ensilage de maïs pour la production laitière. Bulletin Technique n°1, CRZV Theix, 21-40

4 - **VERITE R.,** 1972. Complémentation des rations à base d'ensilage de maïs en début de lactation. Bulletin Technique n°7, CRZV. Theix, 5-9

5 - **HODEN A. et JOURNET M.,** 1972. Distribution à des veaux d'élevage de lait reconstitué en une ou deux fois par jour de la naissance au sevrage. Bulletin Technique n°7, CRZV Theix, 23-30.

- SYMPOSIUM "VEAUX" -

Les 3, 4 et 5 octobre 1972 s'est tenu au C.R.Z.V. de Theix un Symposium International, organisé par la Station de Physiopathologie de la Nutrition. Le thème en était la Physiologie générale et la Pathologie Digestive du Veau nouveau-né. A ce symposium ont participé des chercheurs, en nombre volontairement limité, venus des principaux pays où ce sujet est étudié (Belgique, Bulgarie, Canada, Cuba, Danemark, Etats-Unis, France, Grande-Bretagne, Mexique , Pays-Bas, Suède, Suisse).

La première journée était consacrée à la physiologie du veau. Au cours des deux autres journées ont été traités les aspects viraux, métaboliques, microbiologiques et immunologiques de la diarrhée. Il est évidemment impossible de résumer ici l'ensemble des 22 communications qui ont été présentées et abondamment discutées et qui seront publiées dans un numéro des Annales de Recherches Vétérinaires (I.N.R.A.) de 1973.

Cependant les principales conclusions ont été tirées par P. LARVOR, Directeur de la Station de Physiopathologie de la Nutrition, à l'issue de la dernière journée, et nous les reproduisons ici.

Le principal mérite de ce Symposium aura été de réunir des chercheurs qui ont le même centre d'intérêt, mais l'abordent par des voies très diverses et avec des techniques complémentaires.

Nous avons donc pu faire le point et replacer nos propres préoccupations dans un cadre plus général.

Les quelques remarques qui vont suivre n'ont donc pour but que de résumer les faits qui apparaissent comme évidents et de souligner quelques points où nos connaissances doivent être approfondies.

Les premiers problèmes qui se posent sont relatifs à la nature infectieuse de cette maladie.

Est-il nécessaire qu'il y ait un agent infectieux ? Cette première question n'a pas reçu une réponse définitive. Il est possible de provoquer une diarrhée sans inoculation, mais on ne sait pas si la flore endogène de l'animal joue un rôle dans ce processus. Il sera donc nécessaire de réaliser cette induction chez des animaux axéniques pour préciser ce point.

Dans la pratique, il apparaît que l'étiologie infectieuse tient une large place, bien qu'il ne soit pas possible de donner une estimation statistique précise de son importance réelle.

L'agent infectieux peut être un virus; en particulier le virus de la maladie des muqueuses, un virus réo-like et un virus corona-like ont été étudiés. Cette étiologie paraît avoir une importance particulière sur le continent américain. Il est possible de reproduire la maladie par inoculation du virus chez des animaux axéniques, ce qui prouve bien le caractère primaire de leur pouvoir pathogène.

Cependant, dans les conditions européennes, certains types d'*Escherichia coli* paraissent les agents les plus fréquents. La spécificité de l'infection par ces agents paraît pleinement démontrée dans les cas dits septicémiques, c'est-à-dire lorsque l'évolution est très rapide, avec présence de bactéries d'un type précis dans le sang et à l'autopsie les signes septicémiques classiques : splénomégalie, pétéchies, polyarthrites. Elle est beaucoup moins nette lorsque l'infection semble se limiter à l'intestin (forme dite entérique) où le pouvoir entéropathogène des souches isolées est relativement peu fréquent.

Les succès obtenus dans la prophylaxie par immunisation active ou passive plaident en faveur d'une certaine spécificité de l'infection.

Cette spécificité de la diarrhée à *E. coli* a parfois pu être mise en doute par suite des résultats inconstants donnés par la vaccination des mères. Les causes de cette inconstance sont multiples :

- la variété et la variabilité des souches pathogènes,
- le fait que de nombreux bovins sont de médiocres producteurs d'anticorps à *E. coli*, ce qui souligne l'intérêt de l'immunoprophylaxie par le sérum de cheval,
- la résorption irrégulière des anticorps du colostrum par l'intestin du veau, pour des raisons qui ne tiennent pas seulement à un délai trop important entre la naissance et l'ingestion du colostrum,
- le caractère souvent fugace de la sécrétion d'anticorps dans le colostrum,
- enfin, l'existence vraisemblable de nombreux cas de diarrhées où *E. coli*, bien que présent, ne joue pas un rôle spécifique.

Les résultats de l'immunologie ont permis d'apporter d'intéressantes précisions sur l'ordre préférentiel d'absorption des différentes classes d'immunoglobulines, mais il subsiste des divergences quant à leur rôle respectif dans la protection.

Il y a maintenant un large consensus concernant la fréquence et l'importance d'un taux faible de gamma-globulines sériques dans le déclenchement de la maladie, et la gravité plus grande des troubles chez les animaux agammaglobulinémiques. La liaison entre l'immunologie et le métabolisme est faite par l'observation d'une relation quantitative entre les gammaglobulines sériques et les troubles d'acidoses.

Les troubles métaboliques revêtent des aspects voisins, que la diarrhée soit induite par *E. coli*, un virus ou un agent pharmacologique. C'est ce qui explique que la diarrhée apparaisse au clinicien comme un syndrome unique, très homogène quel qu'en soit l'agent primaire.

L'acidose est intra et extracellulaire. Elle est causée principalement par la perte fécale de bicarbonate de sodium. La déshydratation extracellulaire s'accompagne d'une hyperhydratation cellulaire. Cette déshydratation est hypotonique avec diminution du potassium intracellulaire et, semble-t-il aussi, du sodium intracellulaire. Des conséquences thérapeutiques évidentes peuvent être tirées de ces observations.

La cause immédiate de la mort reste incertaine. L'une des hypothèses est la cardiotoxicité de l'ion potassium, mais d'autres facteurs peuvent également expliquer la mort : l'acidose, le collapsus vasculaire causé par la déshydratation et suivie de l'asphyxie cellulaire.

Cependant, bien d'autres étapes intermédiaires de la physiopathologie sont en cours d'exploration : phénomènes sécrétoires, phénomènes moteurs et surtout leur déterminisme pharmacologique et neuroendocrinien. Dans ce domaine, il est regrettable que certains aspects récents et importants n'aient pas fait l'objet de communication; je pense particulièrement aux travaux mettant en cause l'AMP cyclique.

Le remarquable ensemble de travaux qui a été présenté permet de mieux entrevoir les directions futures des recherches, et leurs applications immédiates et lointaines.

Du côté de la virologie et de la bactériologie, l'inventaire des agents pathogènes est loin d'être terminé. La fréquence des types du principal de ces agents, *E. coli*, est insuffisamment connue dans le détail, surtout dans notre pays.

Les conditions de la réalisation de l'immunité chez la vache, et du transfert des Ig au veau, méritent une attention soutenue. L'état nutritionnel et sanitaire des mères en semble un aspect décisif, et trop peu exploré.

En attendant que ces aspects soient suffisamment élucidés pour permettre une prophylaxie s'attaquant directement à ces causes, la mise en place d'une prophylaxie par immunisation des mères et sérumisation des nouveau-nés pourrait permettre des progrès rapides dans la prévention.

Lorsque la maladie est déclarée, la connaissance approfondie des troubles de la physiologie neuroendocrine et métabolique est certainement l'élément clé de la thérapeutique (ce qui n'exclut pas, bien sûr, la thérapeutique anti infectieuse) . Il faut convenir que ce que nous savons de ces troubles montre que la complexité des facteurs à suivre pour établir une thérapeutique appropriée en rend difficile l'application dans les conditions de la pratique vétérinaire. Compte-tenu de la valeur marchande croissante des veaux, il apparaît nécessaire d'étudier la mise en pratique d'une thérapeutique tenant compte de tous ces éléments dans le cadre d'une unité de traitement adaptée, qui ne soit pas un simple local d'isolement, et dont un prototype va prochainement entrer en service.

Pour terminer, il m'est particulièrement agréable de remercier tous ceux qui, par leur présence, et leurs interventions, ont rendu ce Symposium vivant et en ont assuré le succès, sans oublier son organisateur, M. FAYET, qui s'est dépensé sans compter depuis quelques mois.

Je souhaite que ce Symposium soit le premier d'une nombreuse famille et que les participants aient à coeur de maintenir étroites les relations qui se sont nouées au cours de ces trois journées. Ne pensez-vous pas qu'il serait souhaitable qu'à intervalles réguliers, nous nous réunissions à nouveau dans différents pays pour nous communiquer nos résultats et réfléchir ensemble aux nouveaux problèmes qui ne manqueront pas de surgir?

UTILISATION DE L'AMINOACIDEMIE LIBRE COMME MESURE DE LA SATISFACTION DU BESOIN EN CERTAINS ACIDES AMINES DES CHEVRES LAITIERES

ETUDE DE QUELQUES FACTEURS

Résumé de la thèse de Physiologie de

C. CHAMPREDON

Les teneurs des acides aminés libres du sang sont le reflet des déséquilibres existant entre les apports résultants des phénomènes digestifs et les utilisations, notamment pour la production laitière.

Nous avons donc étudié l'influence sur l'aminoacidémie libre des chèvres, de l'état physiologique, du taux de satisfaction des besoins énergétiques et surtout azotés, et de l'apport par voie intraveineuse de méthionine, lysine et histidine.

Chacun des facteurs étudiés a une influence sur les teneurs sanguines des acides aminés libres :

- Les concentrations des acides aminés indispensables sont proportionnellement plus élevées chez des animaux à l'entretien ou en gestation que chez des chèvres en lactation. Ce phénomène semble d'autant plus marqué que la production laitière de ces dernières est importante.

- Un apport azoté alimentaire insuffisant par rapport aux besoins provoque une diminution des teneurs sanguines en certains acides aminés indispensables, alors qu'un excès d'azote alimentaire fait surtout augmenter la somme des concentrations en acides aminés du cycle de l'urée.

D'après les différences existant entre les compositions des matières azotées des digesta et celles du lait, les protéines microbiennes risquent de ne satisfaire qu'imparfaitement les besoins en certains acides aminés indispensables pour les animaux laitiers (histidine, valine, leucine et acides aminés soufrés).

- La perfusion intraveineuse d'un mélange de lysine, histidine et méthionine provoque une diminution sensible de l'urémie des chèvres et une augmentation des concentrations des composés perfusés. L'évolution de la teneur sanguine en lysine est différente de celle des deux autres composés étudiés.

L'existence d'une relation sensiblement linéaire entre concentrations sanguines et « bilans apports-utilisations », permet de supposer que l'utilisation métabolique de certains acides aminés indispensables est peu différente chez les ruminants de celle observée dans le cas des espèces monogastriques.

SOMMAIRES D'ARTICLES SCIENTIFIQUES DE CHERCHEURS DU CENTRE

J. FREBLING, P. LARVOR, C. MALTERRE, M. AZAN, J. GAILLARD et M. HENNEQUIN. Influence du poloxalène sur les météorisations, les quantités d'aliment ingérées et la croissance de taurillons recevant des rations condensées. Ann. Zootech., 1971, 20 (3), 291-304

Au cours de deux expériences successives nous avons étudié l'influence du poloxalène sur les météorisations, les quantités d'aliments ingérées et la croissance de taurillons recevant des rations condensées.

L'incorporation de poloxalène dans la ration (utilisé à la dose de 0,1 et 0,2 %) entraîne sur l'ensemble de la durée expérimentale :

- une diminution significative du nombre de cas de météorisations et en particulier du nombre de cas graves dont la fréquence augmente notablement dans les lots témoins lorsque le régime se prolonge au-delà de 3 mois environ,

- une augmentation significative de la quantité moyenne d'aliment ingérée,

- une augmentation significative du gain de poids moyen quotidien, liée à l'accroissement de la consommation.

L'utilisation de telles substances, qui diminuent l'accumulation des gaz dans le rumen, permet d'envisager une nouvelle méthode pour accroître l'appétit des ruminants.

R. TOULLEC , P. THIVEND et C.M., MATHIEU. Utilisation des protéines du lactosérum par le veau préruminant à l'engrais

I. - Vidange stomacale comparée du lait entier et de deux laits de remplacement ne contenant que des protéines de lactosérum comme cource de matières azotées Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 1971, 11 (3), 435-453

Le but de ce travail a été de comparer, chez le veau préruminant, la vidange stomacale du lait entier avec celle de deux aliments ne contenant que des protéines de lactosérum comme source de matières azotées. Les protéines de lactosérum ont été obtenues par coagulation à chaud soit en présence d'acide lactique (Sérac), soit en présence d'acide chlorhydrique (Lactoprotéines). Le Serac contenait 40 % de matière sèche constituée principalement de protéines (39 %) et de matières grasses de lait (57 %) ; il a été mélangé au moment de l'emploi à de la poudre de lactosérum séchée par le procédé Spray pour constituer l'aliment Sérac. Les Lactoprotéines ont été séchées sur rouleaux Hatmaker ; elles ont été mélangées à de la poudre de lactosérum contenant 35 % de suif pour constituer l'aliment Lactoprotéines. Le suif et le lactosérum liquide ont été homogénéisés avant séchage par le procécédé Spray.

Cinq veaux préruminants (tabl.2) ont été munis d'une canule duodénale placée immédiatemment après le pylore. Pendant 12 heures consécutives après le repas du matin, les effluents gastriques ont

été recueillis en totalité ; ils ont été simultanément réintroduits dans le duodénum, après prélèvements d'échantillons représentatifs destinés à l'analyse. Nous avons ainsi mesuré le débit de la matière fraîche, de la matière sèche et des constituants de la matière sèche (substances réductrices, matières minérales, matières azotées et matières grasses). 3,15 et 5 journées de prélèvement ont eu lieu respectivement à la suite de l'ingestion du lait entier, de l'aliment Sérac et de l'aliment Lactoprotéines.

1. La vidange stomacale de la matière fraîche n'est pas plus rapide avec l'aliment Lactoprotéines qu'avec le lait entier (fig. 2), mais elle est beaucoup plus rapide avec l'aliment Sérac : les quantités totales émises au cours de la première heure, atteignent respectivement 47,48 et 79 % des quantités ingérées.

2. Lorsque les animaux reçoivent le lait entier, la teneur en matière sèche des effluents gastriques est plus faible que celle de l'aliment mais elle évolue peu en fonction du temps après le repas (fig. 3) ; en revanche, quand les veaux consomment les aliments expérimentaux, elle n'est que légèrement inférieure à celle de l'aliment immédiatemment après le repas mais elle diminue constamment par la suite. La vidange stomacale de la matière sèche est plus rapide à la suite de l'ingestion des aliments expérimentaux : au cours de la première heure, les quantités totales émises atteignent respectivement 28,67 et 36 % des quantités ingérées quand les veaux consomment le lait entier, l'aliment Sérac et l'aliment Lactoprotéines (fig.2)

3. Quand les veaux reçoivent le lait entier, les substances réductrices et les matières minérales ont une vidange stomacale plus rapide que les matières azotées et les matières grasses (tabl. 4 et fig. 5) : au cours des 6 premières heures, les quantités totales émises atteignent respectivement 80,80, 55 et 47 % des quantités ingérées. En revanche, lorsque les veaux consomment les aliments expérimentaux, tous les constituants de la matière sèche quittent la caillette à la même vitesse ; cela est dû à l'absence de coagulation sous l'action de la présure.

4. La vidange stomacale des substances réductrices et des matières minérales n'est pas plus rapide avec l'aliment Lactoprotéines qu'avec le lait entier (tabl. 4 et fig. 5), mais elle est beaucoup plus rapide avec l'aliment Sérac : ainsi, les quantites totales de substances réductrices émises au cours de la première heure atteignent respectivement 36, 36 et 67 % des quantités ingérées.

5. La vidange stomacale des matières azotées et des matières grasses est plus rapide avec l'aliment Lactoprotéines qu'avec le lait entier (tabl. 4 et fig. 5) mais elle est encore plus rapide avec l'aliment Sérac ; ainsi, les quantités totales de matières azotées émises au cours de la première heure atteignent respectivement 37, 24 et 62 % des quantités ingérées.

6. Le remplacement total des protéines du lait par celles du lactosérum entraîne donc une accélération de la vidange stomacale. Cette accélération est due probablement à l'absence de coagulation sous l'action de la présure ; elle porte, suivant le cas, sur la matière fraîche et sur tous les constituants de la matière sèche (aliment Sérac) ou seulement sur les matières azotées et les matières grasses (aliment Lactoprotéines) La vidange stomacale est donc influencée non seulement par la nature des protéines mais aussi par la technologie de leur préparation.

B. REMOND, C. CHAMPREDON, C. DECAEN, R. PION et M. JOURNET. Influence d'un apport de DL-Méthionine à des vaches au début de la lactation sur la production laitière et la composition du sang. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 1971, 11 (3), 455-469

A un lot de 11 vaches laitières nous avons distribué 50 g de DL-méthionine par jour et par

animal (lot méthionine) ; nous avons comparé ses productions à celles d'un autre lot de vaches (lot témoin), traité de la même façon, mais qui ne recevait pas de méthionine. La distribution de méthionine a commencé 2 semaines avant le vêlage et s'est terminée à la 5e semaine de la lactation.

Les quantités d'aliments ingérées ont été les mêmes dans les 2 lots (tabl. 2) ; il en est de même des quantités de lait et de matières azotées produites, et de la teneur du lait en matières azotées (tabl. 2 et fig. 1). En revanche, le taux butyreux et la quantité de matièresgrasses sécrétée dans le lait ont été plus importants dans le lot méthionine que dans le lot témoin ($P < 0,05$). Le poids vif des vaches a diminué après le vêlage dans le lot méthionine, mais a augmenté dans le lot témoin. Dans le lot méthionine, comparativement au lot témoin, la composition des acides gras du lait n'a pas été significativement différente bien que le pourcentage des acides gras longs a eu tendance à être plus élevé ; par ailleurs, la concentration des corps cétoniques dans le sang a été plus élevée ($P < 0,10$), ainsi que celle des acides gras libres dans le plasma (de façon non significative).

A la 5e semaine de la lactation la concentration des acides aminés libres totaux du sang a été plus faible dans le lot méthionine que dans le lot témoin, ce qui a été principalement dû à une diminution de la concentration des acides aminés indispensables (tabl. 5) ; la concentration des acides aminés du cycle de l'urée a aussi été plus faible. A la différence des autres acides aminés indispensables, les concentrations de la méthionine et de la lysine n'ont pas été plus faibles dans le lot méthionine que dans le lot témoin, et la concentration de l'histidine a même été plus élevée.

Il semble que la méthionine ait pu agir au niveau digestif en stimulant la croissance des microorganismes du rumen et en particulier des protozoaires, au niveau métabolique en accroissant la mobilisation des lipides corporels et aussi peut-être au niveau de la mamelle en accroissant l'activité de synthèse.

R. GIROU, M. THERIEZ, G. MOLENAT et D. AGUER Influence de la variation de l'apport d'aliment concentré, avant et après l'œstrus induit par traitement hormonal, sur la fécondité de la brebis Ann. Zootech., 1971, 20 (3), 321-338

La distribution d'aliment concentré pendant les 3 semaines qui précèdent l'insémination, et les 4 semaines qui la suivent, a modifié les résultats de reproduction de brebis à œstrus synchronisés à l'aide d'éponges vaginales imprégnées de progestagène et recevant de la P.M.S.G. (400 UI).

L'apport d'aliment concentré avant l'œstrus augmente les taux d'ovulation, de fertilité et de prolificité des brebis.

La distribution d'aliment concentré après l'insémination augmente la fertilité et la prolificité des brebis, à condition toutefois de limiter les quantités ingérées.

La suppression de l'aliment concentré, le lendemain de l'IA, a augmenté les pertes embryonnaires après le 13ème jour, mais n'a pas eu d'effet sur les pertes précoces (mises en évidence par les retours en chaleurs avant le 21ème jour).

Nous n'avons pas observé de relation entre le gain de poids vif avant l'œstrus et les taux d'ovulation ou de prolificité. Ce sont les brebis les plus lourdes lors de l'insémination qui sont les plus prolifiques.

G. MOLENAT, M. THERIEZ et D. AGUER L'allaitement artificiel des agneaux
I - Détermination de l'âge minimal au sevrage pour la production d'agneaux de boucherie. Ann. Zootech., 1971, 20 (3), 339-352

Nous avons comparé la croissance et les consommations de trois groupes de 16 agneaux chacun, allaités artificiellement au lait à température ambiante et sevrés respectivement à l'âge de 4 semaines, 6 semaines et 8 semaines. Ils ont ensuite été engraissés avec un aliment granulé complet (48 % de foin de luzerne broyé et 50 % de concentré) et de la paille d'orge.

Les agneaux sevrés à six semaines et au poids de 13,8 kg ont rattrapé, au cours de la phase d'engraissement, le retard de croissance pris, lors du sevrage, par rapport à ceux qui ont été sevrés à 8 semaines. Ceux qui pesaient 11,7 kg lors du sevrage à 6 semaines et les animaux sevrés à 4 semaines n'ont pas eu de croissance compensatrice au cours de la phase d'engraissement.

M. CHENOST et Elisabeth GRENET. L'indice de fibrosité des fourrages : sa signification et son utilisation pour la prévision de la valeur alimentaire des fourrages. Ann. Zootech., 1971, 20 (4), 427-435

L'indice de fibrosité des fourrages, dont la méthode de mesure a été mise au point antérieurement (CHESNOT, 1966), reflète leur composition morphologique (pourcentage de feuilles), leur composition chimique (proportion de constituants membranaires) et leur aptitude à être réduits en fines particules dans le rumen (digestibilité en sachet, temps passé par l'animal à mastiquer).

Le fait d'associer à l'indice de fibrosité un autre critère simple de la prévision de la valeur nutritive et alimentaire des fourrages, tel que le pourcentage de feuilles ou la teneur en cellulose Weende, permet d'améliorer la précision des résultats obtenus avec l'indice de fibrosité seul ou à l'aide de ces critères considérés séparément.

Nous avons calculé à partir de 152 fourrages, de famille botanique et de cycles végétatifs différents, les équations de régression liant la digestibilité, la quantité de matière sèche ingérée et la quantité de matière organique digestible ingérée à l'ensemble indice de fibrosité-cellulose Weende. On améliore les liaisons en considérant séparément les graminées du 1er cycle et l'ensemble des graminées.

N. GRENET et M. JOURNET Le tourteau de colza dans l'alimentation animale
III - Influence du procédé de préparation et de la proportion de Tourteau dans l'aliment concentré sur les quantités ingérées par les vaches laitières et sur la production et la composition du lait. Ann. Zootech., 1971, 20(4), 437-449

Nous avons comparé l'appétibilité de 2 tourteaux de colza, normal et « toasté », incorporés à raison de 15 et 30 % dans l'aliment concentré distribué à des vaches au début de la lactation et alimentées selon leurs besoins (essai I) et à raison de 30 et 45 % pour des vaches en fin de lactation, alimentées *ad libitum* (essai II). Dans les deux essais, nous avons mesuré individuellement la production et la composition du lait et enregistré les temps de consommation des aliments concentrés.

L'influence du « toastage » sur l'appétibilité du tourteau de colza est faible lorsque le tourteau représente 30 ou 45 % de l'aliment concentré et disparaît lorsqu'il ne représente plus que 15 %. En revanche, les animaux font moins de refus lorsque l'aliment concentré contient 15 % de tourteau par rapport à 30 % ; la quantité d'aliment concentré ingérée, offerte *ad libitum*, est significativement réduite lorsque le pourcentage de tourteau passe de 30 à 45 %.

Le temps d'ingestion de l'aliment concentré est significativement plus élevé avec le tourteau normal qu'avec le tourteau « toasté » pour un taux d'incorporation de 15 % et lorsque la proportion de tourteau normal dans l'aliment concentré est de 45 % au lieu de 30 %.

Ces essais permettent de penser que le tourteau de colza, lorsqu'il est consommé en faible quantité (1 a 1,5 kg/jour), n'a pas d'action dépressive sur la production et la composition du lait. Nous n'avons pas noté de différence significative entre les deux tourteaux.

M. THERIEZ, N. GRENET et G. MOLENAT Le tourteau de colza dans l'alimentation animale
IV - Etude comparée de l'appétibilité et de la valeur alimentaire des tourteaux de colza et de lin pour l'agneau à l'engraissement et la brebis gestante ; Effets sur la glande thyroïde. Ann. Zootech., 1971, 20 (4), 451-463

Nous avons comparé l'appétibilité et l'utilisation des tourteaux de lin et de colza (normal et « toasté ») distribués dans des rations iso-énergétiques et iso-azotées à des agneaux à l'engraissement et à des brebis gestantes.

L'amélioration de l'appétibilité du tourteau de colza par le « toastage » ne permet pas d'atteindre les niveaux de consommation observés avec le tourteau de lin, lorsque les aliments sont distribués *ad libitum*. En revanche, à quantités ingérées équivalentes, les tourteaux de lin et de colza permettent des croissances comparables et le tourteau de colza n'a pas d'action sur l'état d'engraissement.

L'ingestion de tourteau de colza par les brebis gestantes a entraîné une réduction significative du poids des agneaux à la naissance (10,2 % pour les simples et 7,2 % pour les doubles), aussi bien avec le tourteau « toasté » qu'avec le tourteau normal. Chez les agneaux à l'engraissement et les brebis abattues après la mise bas, nous avons noté un accroissement significatif du poids de la glande thyroïde, une modification de sa structure et du rapport des concentrations en précurseurs hormonaux, MIT et DIT. Contrairement à ce qui est généralement admis, les ruminants paraissent également sensibles à l'action goitrogène du tourteau de colza, comme les porcs et les volailles.

D. AGUER, M. THERIEZ et G. MOLENAT. Utilisation comparée du blé, de l'orge et du maïs dans la ration des agneaux à l'engrais. Ann. Zotech., 1971, 20 (4), 465-475

Nous avons comparé l'utilisation de différentes rations riches en céréales (orge, blé ou maïs) par des agneaux mâles entre 20 et 32 kg. Les rations étaient constituées d'aliment granulé contenant 73 % de céréales et de foin normal, tous deux distribués *ad libitum*.

Les agneaux ont consommé des quantités voisines de matière sèche totale, mais ceux qui recevaient l'aliment maïs ont consommé moins de foin (18 % de la matière sèche de la ration totale au lieu de 22 et 25 %).

L'évolution des quantités ingérées a fait apparaître un faible niveau d'ingestion de l'aliment concentré à base de blé tout au long de la période considérée. L'aliment « maïs » a, par contre, toujours été consommé en quantités élevées. Dans le cas de l'orge les quantités ingérées sont restées intermédiaires entre celles des autres aliments. Dans tous les cas, les consommations ont augmenté jusqu'au poids vif de 30 kg environ, puis se sont stabilisées au niveau de 90 g de matière sèche par kg de poids métabolique.

Quelle que soit la céréale utilisée, les agneaux ont eu des gains de poids vif élevés : 302 à 340 g/j, sans pour autant présenter d'accidents digestifs.

Les agneaux ingérant l'aliment «maïs» ont eu des rendements de carcasse significativement plus élevés que ceux des autres lots. Ils ont ingéré 15 % d'énergie (UF) de plus que ceux qui recevaient l'orge ou le blé, et ont eu des gains de poids vif et de carcasse supérieurs respectivement de 12 et 28 % à ceux des animaux des deux autres lots.

J.P. DULPHY. Influence du poids vif et du niveau d'ingestion sur le comportement alimentaire et mérycique du mouton. Ann. Zotech., 1971, 20 (4), 477-486

I. L'influence du poids vif et du niveau d'ingestion sur les manifestations du comportement alimentaire et mérycique a été étudiée sur 17 moutons recevant pendant 6 jours le même fourrage vert (deuxième cycle de brome).

II. Il ressort de cette étude que le poids vif des animaux n'a pas d'action sur les durées journalières d'ingestion et de rumination. Par contre, lorsque le poids vif augmente les quantités de matière sèche ingérées (en g/jour) augmentent et les durées unitaires d'ingestion et de rumination (en minutes par kg de matière sèche ingérée) diminuent. En revanche les quantités ingérées exprimées en g/kg $P^{0,75}$ et les durées unitaires exprimées en minutes par g ingéré par kg $P^{0,75}$ sont indépendantes du poids vif des animaux.

III. D'un mouton à l'autre la quantité ingérée (en g/kg $P^{0,75}$) est en liaison positive avec la durée journalière de rumination et en liaison négative avec les durées unitaires d'ingestion et de rumination ; dans ces conditions la durée journalière d'ingestion ne varie pas.

IV. D'un jour à l'autre lorsque la quantité ingérée par un mouton augmente les durées journalières d'ingestion et de rumination augmentent tandis que les durées unitaires d'ingestion et de rumination diminuent.

V. Les relations entre le comportement des animaux et les quantités qu'ils ingèrent sont discutées. Ainsi la durée journalière d'ingestion semble n'être qu'une conséquence de la quantité ingérée. Par contre, il est difficile de dire si les variations de la durée unitaire d'ingestion sont la cause ou la conséquence des variations des quantités ingérées. Enfin dans cette expérience la rumination apparait plus comme un phénomène passif influencé par les quantités ingérées.

LACOURT A. Action *post mortem* du pH et de la température sur le captage de calcium et de l'activité ATPasique du reticulum sarcoplasmique fragmenté du muscle de bovin. Ann. Biol. Anim. Broch. Biophys., 1971, 11 (4), 681-694

Le captage du calcium par le réticulum sarcoplasmique fragmenté, prélevé sur le muscle *Rectus abdominis* de bovin, diminue régulièrement avec l'acidification *post mortem*, alors que l'activité ATPasique reste constante. La fixation du calcium est totalement inhibée par un pH inférieur à 5,8 ou supérieur à 7,7 et par une température à + 5° C quel que soit le pH. L'incubation de réticulum sarcoplasmique fragmenté dans du tampon Tris maléate 0,1 M à des températures comprises entre 10 °C et 40 °C et à des pH compris entre 5,5 et 7,3 inhibe le captage du calcium et multiplie l'hydrolyse de l'ATP 3 à 8 fois. L'aptitude à fixer le calcium est mieux conservée à 30-35 °C et à pH 6,5-7,0. L'action d'une activité protéolytique au cours de l'incubation est discutée.

CHARPENTIER J. (1), Caractéristiques biochimiques du reticulum sarcoplasmique du muscle de porc *post mortem*. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 1971, 11 (3), 427-434

Cette expérience avait pour but, d'une part d'étudier le captage du Ca^{++} par les microsomes du réticulum sarcoplasmique ainsi que leur activité ATPasique à différents temps *post mortem* et d'autre part de préciser l'influence du pH et de la température sur la dénaturation de ces microsomes. Les résultats obtenus montrent que, *post mortem*, le réticulum sarcoplasmique perd plus ou moins rapidement son aptitude à accumuler le calcium en fonction de la vitesse de diminution du pH. L'étude de l'influence du pH et de la température montre que l'abaissement du pH provoque une dénaturation du réticulum qui est accentuée lorsque la température est relativement élevée. Les ions calcium sont donc relargués d'autant plus rapidement que la chute de pH est plus brutale et qu'elle se produit à une température proche de celle de l'animal vivant. Un relargage important des ions Ca consécutif à une évolution anormale du pH musculaire provoque l'activation *post mortem* de la myosine ATPase et est donc à l'origine de l'activité ATPasique intense et de l'apparition très rapide de la *rigor mortis* dans les muscles de porc exsudatif.

(1) Décédé le 30 Avril 1971

MONIN G. Influence d'une injection de sulfate de magnésium sur le déroulement de la glycogénolyse *post mortem* dans le muscle de porc Ann. Zootech., 1971, 20 (4), 497-507

L'influence de l'injection de sulfate de magnésium, immédiatement avant l'abattage, sur le déroulement de la glycogénolyse musculaire *post mortem* a été étudiée sur sept porcs de race Large White et 5 porcs de race Piétrain comparés à un nombre égal de témoins de chaque race.

Ce traitement a pour effet de supprimer la transmission aux muscles des violentes stimulations nerveuses engendrées par les opérations d'abattage ; il entraîne un ralentissement de la chute du pH et de la glycogénolyse *post mortem* au niveau du muscle *Longissimus dorsi*; cet effet de l'injection d'ions Mg^{++} est beaucoup plus net chez les porcs de race Large White que chez les Piétrains. Les relations entre l'action du magnésium et certaines caractéristiques physiologiques du muscle, telles que l'irrigation sanguine et le type métabolique des fibres sont discutées.

Le traitement entraine une amélioration de la qualité de la viande, surtout du pouvoir de rétention d'eau. Néanmoins cet effet reste très insuffisant pour assurer l'obtention d'une viande de qualité satisfaisante, principalement dans la race Piétrain.

M. PAWLAK, R. PION. Influence de la teneur en isoleucine du régime sur la croissance et la teneur en isoleucine libre du sang et du muscle du rat. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 1971, 11 (3), 505-510

Seize lots de rats en croissance reçoivent des régimes semi synthétiques pendant une durée de 14 à 17 jours. Les régimes étaient équilibrés en acides aminés sauf en ce qui concerne l'isoleucine dont la teneur dans les rations varie de 36 à 110 % du besoin.

Les quantités d'aliments ingérées, le gain de poids vif et les teneurs en isoleucine libre du sang et du muscle ont été mesurés.

Pour des teneurs en isoleucine du régime inférieures au besoin, on observe une diminution de la croissance, de la quantité d'aliments consommée et des teneurs en isoleucine libre du sang et du muscle.

Avec des teneurs en isoleucine du régime supérieures au besoin, on n'observe aucune accumulation d' isoleucine dans le sang ou le muscle.

ARTICLES TECHNIQUES DE CHERCHEURS DU CENTRE

Y. GEAY - Adaptation du régime des jeunes bovins à la race des animaux. Journées CETA, Versailles, Janvier 1971, étude n° 1774

C. MALTERRE et C. BERANGER - L'engraissement des vaches laitières réformées. Journées CETA, Versailles, Janvier 1971, étude n° 1776

M. PETIT et G. LIENARD - Les voies d'amélioration de la conduite des troupeaux de vaches allaitantes. Journées CETA, Versailles, Janvier 1971, étude n° 1773

C. BERANGER - Possibilités d'accroissement de la production de viande à partir d'herbe pâturée. Journées CETA, Versailles, Janvier 1971, étude n °1775

C. MALTERRE, C. LELONG et P. HAUREZ. Ensilage de maïs et production de viande. La Revue de l'Elevage 1971, n° spécial «fourrages et aliments concentrés», 37-45

M. JOURNET - Foins et fourrages déshydratés pour les vaches laitières. La Revue de l'Elevage 1971, n° spécial «fourrages et aliments concentrés», 47-60

C. BERANGER - L'herbe pour la production de viande. La Revue de l' Elevage 1971, n° spécial «fourrages et aliments concentrés», 7-20

A. HODEN, R. VERITE et M. CROSSET PERROTIN - Ensilage de maïs et production laitière. La Revue de l'Elevage 1971, n° spécial «fourrages et aliments concentrés», 23-35

C. DEMARQUILLY, P. HAUREZ, M. JOURNET, C. LELONG et C. MALTERRE - Le maïs plante entière : composition, valeur alimentaire et utilisation par les bovins. B.T.I., n° 264-265 Novembre décembre 1971, 1001-1018

M. THERIEZ, A. DESVIGNES et J. THIMONIER - Amélioration de la prolificité chez les ovins. B.T.I., Février-mars 1971, n° 257, 213-219

R. GIROU et M. THERIEZ - Nutrition et pertes par non fécondation ou mortalité embryonnaire précoce chez les ruminants. B.T.I., Février-mars 1971, n° 257, 115-118

G. MOLENAT et M. THERIEZ - L'allaitement artificiel des agneaux. Journées CETA, Versailles, Janvier 1971, étude n° 1794

G. MOLENAT et M. THERIEZ - L'allaitement artificiel des agneaux. Le Revue de l'Elevage, Décembre 1971, 113-121

DARDILLAT C. et P. LARVOR, 1971 - Accidents métaboliques du jeune bovin à l'engrais en alimentation condensée. Journées Jeunes Bovins 1971, 293-301

LAMAND M., 1971 - Nutrition minérale des bovins à l'engrais. Journées Jeunes Bovins 1971, 303-309.

CHAMPREDON C., PION R. - Effet de la substitution d'urée à des tourteaux d'arachide sur la nutrition azotée de la chèvre laitière. 2ème Conf. Intern. sur l'Elevage caprin, Tours, Juillet 1971

FAUCONNEAU G., MOSSE J. - Quelques aspects du problème « Protéines ». Ouvrage du 25 anniversaire de l'INRA, 271 - 288

PION R - Composition en acides aminés des aliments. Industries Alim., 1971, 6, 29-37

VERMOREL M. - La thermorégulation du veau. Séminaire ITEB, Juin 1971

VERMOREL M.- Besoins énergétiques et azotés du rat en croissance. 3ème colloque sur l'expérimentation animale en milieu biomédical. Nutrition et alimentation de l'animal de laboratoire . Orléans, Octobre 1971

PRODUIRE DE LA VIANDE

La production de viande est à l'ordre du jour. Professionnels, Pouvoirs Publics s'en soucient. Au bout de la chaîne, l'éleveur, lui, réfléchit, fait ses comptes, et tient, avant tout, à s'éclairer.

Sous cet angle de l'information et du conseil, l'Institut Technique de l'Elevage Bovin (I.T.E.B.), se conformant à sa mission professionnelle, a fait paraître une série de 10 plaquettes de vulgarisation, brèves, maniables et concises.

Elles portent sur :

- « La production de taurillons intensifs ou semi-intensifs »
- « La production de taurillons de races spécialisées »
- « La production de châtrons de 24/27 mois de races laitières »
- « La production de boeufs de 2 ans en races à viande »
- « Le veau de boucherie »
- « L'ensilage de maïs et la production de viande »
- « La pulpe sèche de betterave pour la production de viande bovine »
- « L'utilisation de l'urée dans l'alimentation des bovins de boucherie »
- « Le logement des taurillons »
- « La technologie du lisier de bovins ».

Elles peuvent être commandées à leur prix coûtant à l'I.T.E.B. 149, rue de Bercy - Paris 12ème -

Franco T.T.C. : 1,50 F l'exemplaire
10,00 F le jeu des 10 plaquettes

Pour les organismes professionnels :

au-dessus de 100 exemplaires: 0,75 F

Demandez le catalogue complet des publications qui vous sera adressé gratuitement.

Editions S . E . I .

I . N . R . A .

C.N.R.A. Route de Saint-Cyr

78 - Versailles